

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

IMAZETAPIR EN CONTROL DE MALEZAS EN SOJA RR

por

**Gonzalo DURÁN DE MARÍA
Diego HAEDO FRASCHINI**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2007**

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. Dra. Grisel Fernández

Ing. Agr. Juana Villalba

Ing. Agr. Luís Giménez

Fecha: -----

Autores:

Gonzalo Carlos Durán De María

Diego Haedo Fraschini

AGRADECIMIENTOS

“Queremos agradecer a Grisel Fernández por su dedicación y comprensión, a Facultad de Agronomía y los departamentos de Proveduría, Biblioteca, Bedelía.”

TABLA DE CONTENIDO

	Página
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 EFECTOS DE LA INTERFERENCIA DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE SOJA	2
2.2 EL USO DEL GLIFOSATO EN EL MANEJO DE LA INTERFERENCIA DE MALEZAS EN SOJA.....	4
2.3 ALTERNATIVAS PARA EL COMPLEMENTO Y/O SUSTITUCIÓN DE GLIFOSATO EN EL MANEJO DE MALEZAS EN SOJA.....	6
2.4 IMAZETAPIR	6
2.5 TOLERANCIA DEL CULTIVO AL IMAZETAPIR	8
2.6 RESULTADOS DE CONTROL CON IMAZETAPIR.....	9
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	12
3.1 LOCALIZACION	12
3.2 TRATATAMIENTOS Y METODOLOGIA DE INSTALACION.....	12
3.3 DETERMINACIONES.....	13
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO.....	14
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	15
4.1 EVALUACIONES EN MALEZAS.....	15
4.2 EVALUACION EN CULTIVO.....	23
4.2.1 <u>Evaluación de materia seca en soja</u>	23
4.2.2 <u>Evaluación de rendimiento</u>	25
5. <u>CONCLUSIONES</u>	28
6. <u>RESUMEN</u>	29
7. <u>SUMMARY</u>	30
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	31
9. <u>APENDICES</u>	34

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Descripción de los tratamientos.....	13
2. Detalle de las determinaciones realizadas.....	14
3. Significancia estadística de los contrastes estudiados para el segundo muestreo de malezas.....	19
4. Comparación estadística del muestreo residual.....	23
5. Materia seca de soja.....	24
 Figura No.	
1. Estructura química del Imazetapir.....	7
2. Datos climáticos del período experimental.....	15
3. Densidad de <i>Bidens Pilosa</i> y total en el primer muestreo.....	16
4. Estructura de la población de <i>Bidens</i> en el primer muestreo.....	18
5. Densidad de <i>Bidens</i> y total en el segundo muestreo.....	18
6. Tamaño y composición por edades de la población de <i>Bidens</i> <i>pilosa</i> en el segundo muestreo.....	20
7. Materia seca de <i>Bidens</i> y total en el tercer muestreo.....	21
8. Materia seca de <i>Bidens</i> y total en el cuarto muestreo.....	22
9. Rendimiento de soja en Kg/ha.....	27

1. INTRODUCCIÓN

Con la aparición de la soja transgénica resistente al Glifosato, se ha logrado simplificar e inclusive, mejorar el manejo de malezas en la producción de soja. Sin embargo, esta reciente e interesante solución, ha generado nuevos desafíos y se cuestiona al presente su estabilidad en la contribución a la sustentabilidad biológica y económica de los sistemas agrícolas.

Con el paso del tiempo y como resultado de la adopción de esta tecnología se han constatado problemas en el control de algunas malezas. Estos inconvenientes derivaron en el aumento de las dosis aunque en algunos casos, sin éxito.

La experiencia a campo y en ocasiones inclusive con confirmaciones de la investigación en el tema demuestra la generación de poblaciones mas tolerantes al Glifosato con el uso continuado de este herbicida, como la observada en Argentina, en las especies de *Convolvulus arvensis* y *Verbena litorales* (Papa et al., 1997).

En consideración de estas limitantes, se han propuesto varias estrategias alternativas como la disminución del número de aplicaciones de Glifosato por vía del uso de herbicidas alternativos o complementariedad con herbicidas residuales que permitan disminuir el número de aplicaciones en el cultivo de soja. Los beneficios de estas estrategias alternativas combinan posibles ventajas en el manejo de enmalezamientos difíciles con la disminución de la probabilidad de generación de poblaciones mas tolerantes y/o resistencias.

Buscando contribuir en la generación de información sobre posibles alternativas para la disminución del uso de Glifosato, se planteó el presente estudio cuyos objetivos fueron la evaluación del herbicida Imazetapir como una de las opciones de sustitución y/o complemento del Glifosato en el manejo del enmalezamiento en soja.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 EFECTOS DE LA INTERFERENCIA DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE SOJA

La interferencia de malezas en soja determina pérdidas de rendimiento y afecta la calidad de la cosecha, Eaton et al. (1976).

Swanton et al. (1993) estimaron para el cultivo de soja RR, una pérdida anual de rendimiento del 10% en el estado de Ontario-Canadá a causa de la interferencia de malezas. Roncaglia y Marco de Roncaglia (1995), citan para Argentina, pérdidas de similar magnitud afirmando que los daños ocasionados por la competencia de malezas en soja alcanza valores del 8 al 10%. Agregan que a esto habría que sumarle las pérdidas producidas por malezas que puedan manifestarse a cosecha provocando volteo del cultivo, interferencia en la trilla y disminución de la calidad de grano por aporte de humedad y cuerpos extraños.

En el país no existe información como la presentada por Argentina y Canadá. A nivel experimental en estudios de tesis de la Facultad de Agronomía, Crespo y Longinotti (1987) encontraron una disminución de los rendimientos debido a las malezas del orden del 33% y Arrieta y Mezquida (1996) algo mayores superando el 40%. En ambos experimentos el enmalezamiento estuvo compuesto predominantemente por *Solanum sisymbriifolium*.

Como lo estableciera Zimdahl (1980) en su revisión y lo comprobaran numerosos trabajos específicos en soja, la variabilidad en las pérdidas de rendimiento por efecto de la interferencia de malezas se asocia fundamentalmente con la densidad y especie de maleza y los momentos en los cuales se ejerce la competencia.

Al respecto se han encontrado pérdidas casi totales por efecto de la competencia de *Sorghum halepense* y gran variabilidad en relación a las especies de hoja ancha. Leguzamon et al. (1999) encontró que una planta por metro cuadrado de las principales malezas latifoliadas ocasionaban una pérdida de rendimiento que oscilaba entre 11 y mas de 50%.

Medrano et al. (1997), evaluando la interferencia de malezas gramíneas en soja comprobó incrementos significativos en el rendimiento en grano y total de vainas en respuesta al control aún cuando no encontraron respuestas en la altura de las plantas ni en el peso de cien semillas. La respuesta promedio para aplicaciones de preemergencia y postemergencia en estos mismos estudios se correspondió con aumentos del 78% en la materia seca de la soja.

Las pérdidas de rendimiento por efecto malezas son fuertemente dependientes de la especie de maleza en competencia con la soja. Tal como citan Giorda y Baigorri (1997),

las pérdidas en porcentaje estimadas en función de una planta de maleza por metro lineal puede alcanzar valores de 23% cuando se trata de yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*), de 29 % si fuera chamico (*Datura ferox*) y hasta un 35 % en el caso de una quínoa (*Chenopodium album*). En el caso de gramíneas anuales densidades de 500 plantas.m² pueden reducir el rendimiento en 50 a 75 %. Para sorgo de Alepo se comprobó que 20 a 24 vástagos por metro lineal pueden ser responsables de hasta un 89% de pérdidas.

Según Papa et al. (1997), la interferencia de malezas puede provocar hasta un 80% de pérdida de rendimiento en cultivos de soja cuando existe convivencia durante todo el ciclo. Destacan además, que la magnitud de la interferencia puede variar ampliamente dependiendo de factores como el periodo de convivencia, las especies de maleza presentes y cantidad de las mismas.

Cuando la interferencia ocurre al inicio del cultivo es cuando se producen las mayores pérdidas. En los trabajos realizados por este mismo autor, la interferencia de malezas explicó más de un 90 % de las variaciones de rendimiento en el 2001-2002 y un 80 % para en el año 2002-2003.

Dependiendo de las condiciones climáticas y de crecimiento de malezas y cultivo pueden detectarse efectos significativos de interferencia tan temprano como durante el período de establecimiento del cultivo de soja (Vc – V1).

Como se comentara anteriormente, el momento durante el cual se ejerce la competencia de malezas determina importante variación en los niveles de pérdida por efecto de malezas. Así Zimdahl (1980) concluye que la soja debe permanecer libre de malezas entre la cuarta y la sexta semana después de la emergencia del cultivo. Para Moreno et al. (1999) el período crítico de competencia de malezas o período con mayor impacto en el rendimiento, se inicia a las dos semanas luego de emergido el cultivo y presenta extensión variable pudiendo prolongarse hasta la séptima semana posterior a emergencia. Además sostiene que las disminuciones de rendimiento ya pasado este momento son despreciables.

Este último autor sostiene además que el período inicio y finalización presenta una amplia variabilidad, pudiendo variar con la habilidad competitiva del cultivar, la fertilidad y las condiciones ambientales así como la densidad de la maleza presente y su especie. Iguales consideraciones realizaron Crespo y Longuinotti (1987) quienes argumentan que la consideración aislada del período crítico de competencia sin tener en cuenta el tipo de malezas en cuestión y las condiciones generales del año podrían llevar a un fracaso del cultivo.

Estudios realizados por la cátedra de Malezas de la Facultad de Ciencias Agrarias de Rosario-Argentina (Vitta, 1999), combinando los efectos de malezas y momentos de

competencia, demuestran que el porcentaje de cobertura de malezas al estadio V5 del cultivo es bastante similar al porcentaje de pérdidas de rendimiento esperable.

En otros ensayos los altos niveles de infestación por enmalezamientos combinados de hojas anchas y gramíneas ocasionaron la disminución de cerca de 525 kg. ha⁻¹ en los rendimientos, y un aumento en las pérdidas durante la cosecha de hasta 118.5 kg. ha⁻¹ con la presencia de yuyo colorado y sorgo de alepo. En el caso particular de gramilla (*Cynodon dactylon*) estas pérdidas resultaron de 225 kg. ha⁻¹ (Giorda y Baigorri 1997, Vitta 1999).

2.2 EL USO DE GLIFOSATO EN EL MANEJO DE LA INTERFERENCIA DE MALEZAS EN SOJA

Papa et al. (1997) sostienen que la introducción de los cultivares de soja tolerantes a Glifosato en los sistemas agrícolas ha significado un avance sustancial en el manejo de malezas en este cultivo y en la disminución de las pérdidas de rendimiento por efecto de las mismas.

Existen ventajas técnicas en el uso de Glifosato en cultivares de soja RR como las destacadas por Vitta (1999) quien discute el tema de la flexibilidad en la aplicación de Glifosato y la simplicidad de la tecnología. La primer ventaja mencionada (flexibilidad) tiene que ver, tanto con la tolerancia de la soja RR al Glifosato durante todo su ciclo, como con la propiedad del herbicida de controlar de manera eficiente muchas especies de malezas, independientemente de su tamaño. No obstante estas características de la tecnología, el momento oportuno de aplicación del herbicida está a su vez supeditado a la existencia de un período crítico, durante el cual el cultivo debe estar libre de malezas para obtener el máximo rendimiento.

Dicho período crítico resulta variable porque está condicionado por numerosos factores agronómicos, genéticos y ambientales. Es además preciso, ya que exige (especialmente en el caso de herbicidas no residuales) realizar el control en un período marcadamente acotado. Por ejemplo, simulaciones realizadas con un modelo de competencia desarrollado en la Facultad de Agronomía del Uruguay, demuestran que considerando una infestación baja de chamico (*Datura ferox*) en un cultivar tardío de soja es posible obtener el máximo rendimiento con una única aplicación de Glifosato próxima a los 30 días después de la emergencia del cultivo. Si el herbicida se aplica en otro momento del ciclo, siempre se registrará pérdida de rendimiento. Aplicaciones previas a los 30 días no impedirán la competencia provocada por las malezas emergidas luego del control, mientras que aplicaciones posteriores a ese momento admitirán la competencia de las malezas que emergieron junto con el cultivo. Así, si el herbicida se aplica una semana después del momento oportuno, la pérdida de rendimiento será alrededor del 15%. En definitiva, el grado de flexibilidad en el control está definido, no

sólo por las características del herbicida empleado sino también por la dinámica de la competencia entre la soja y las poblaciones de malezas. Esto coincide con lo concluido por Papa et al. (1997), quienes hallaron que podría en algunos casos ser más decisivo el momento de aplicación que la dosis empleada.

La otra ventaja mencionada en el informe de Vitta (1999) es la simplicidad deriva de la posibilidad de basar el control de malezas en un único herbicida total, prescindiendo de planes de manejo que abarquen diferentes tácticas y momentos de control. Como ya fue dicho, la competencia entre cultivos y malezas es un proceso complejo definido por numerosas interacciones entre características específicas y del ambiente.

Desafortunadamente, esas interacciones no están en su mayoría cuantificadas, de manera que no es posible realizar recomendaciones precisas para cada situación competitiva. En general, puede afirmarse que cualquier factor que disminuya la competitividad del cultivo tiende a aumentar el período crítico libre de malezas y, por lo tanto, a incrementar la frecuencia de uso del Glifosato.

Como desventaja se destaca la nula residualidad del Glifosato, lo que implica que para un control efectivo se deban repetir las aplicaciones a causa de nuevos nacimientos y brotes y también, las dificultades de control en malezas con importante grado de tolerancia al Glifosato. La reiteración y/o abuso de un herbicida provoca un desplazamiento natural hacia malezas de mayor tolerancia. Según Papa et al. (1997), tal es el caso de malezas como *Convolvulus arvensis* y *Verbena litoralis*, las que no resultan controladas con las dosis de Glifosato corrientemente utilizadas en el cultivo.

Este tema se ha tornado especialmente polémico recientemente. La utilización de Glifosato en las sojas RR pasa a incrementar el total de aplicaciones de este herbicida en los sistemas de cero laboreo. Esta práctica por ende, se asocia a riesgos de cambios de comunidades de malezas, incrementando la contribución de las especies más tolerantes al herbicida e, inclusive introduce el riesgo de la generación de resistencias.

Por estas razones, los mismos autores insisten en que el manejo racional de malezas en soja debe contemplar no sólo la complementación de herbicidas buscando ampliar espectros y persistencias de control mediante la combinación de Glifosato con algún herbicida residual de amplio espectro, si no también la consideración de la sustitución con otros tratamientos herbicidas.

2.3 ALTERNATIVAS PARA EL COMPLEMENTO Y/O SUSTITUCIÓN DE GLIFOSATO EN EL MANEJO DE MALEZAS EN SOJA

Existe abundante información relativa a las ventajas de la utilización de herbicidas residuales en la preemergencia en combinación con aplicaciones de Glifosato en postemergencia. En los trabajos experimentales de Corrigan y Harvey (2000), las

aplicaciones de Glifosato postemergente temprano y tardío combinadas con tratamientos preemergentes residuales, resultaron en mayores rendimientos de soja frente a aquellas con preemergentes no residuales.

Inclusive, en un año, los tratamientos con preemergentes residuales seguidos de Glifosato postemergente tardío tuvieron mayor rendimiento de soja que los tratamientos con preemergentes no residuales seguidos por Glifosato en postemergencia temprana, indicando que el retraso en la aplicación del Glifosato postemergente puede amortiguarse cuando se incluye en la estrategia de control un preemergente residual.

Sin embargo, en el mismo trabajo el rendimiento de soja con los residuales evaluados, que fueron el Cloransulam, el Chlorimuron + Thifensulfuron y el Imazetapir, en combinación con Glifosato en postemergencia, fueron en la mayoría de las situaciones, inferiores a los obtenidos en el tratamiento del testigo limpio que recibiera Glifosato siempre que existieran malezas interfiriendo. Este resultado indicó que las combinaciones de herbicidas residuales en la preemergencia con una única aplicación de Glifosato en la postemergencia no logran en todas las situaciones, los desempeños de varias aplicaciones de Glifosato. Sólo en las situaciones de competencia temprana y muy severa, se encontraron diferencias a favor de la aplicación de la combinación herbicidas preemergentes residuales + Glifosato en postemergencia.

Por otro lado, también Taylor et al. (2002) encontraron que para la mayoría de las situaciones, los resultados de los tratamientos con preemergentes residuales seguidos por Glifosato no difieren con los tratamientos de Glifosato aplicado siempre que fuera necesario.

2.4 IMAZETAPIR

Pertenece al grupo químico de las Imidazolinonas (Imazaquin, Imazetapir, Imazapir), cuyo mecanismo de acción primario es la inhibición de la enzima Acetolactato sintasa (ALS). La enzima ALS, también llamada ácido acetohidroxi sintasa (AHAS), se codifica en el núcleo y está localizada en el cloroplasto. Dicha enzima es responsable de la síntesis de los aminoácidos alifáticos, o de cadena ramificada, valina, leucina e isoleucina, al catalizar dos reacciones en paralelo: a) la condensación de dos moléculas de piruvato con una de dos-cetobutirato para formar CO_2 y acetohidroxi butirato (precursor de isoleucina). En la síntesis de isoleucina, treonina se desamina a 2-cetobutirato, reacción catalizada por la enzima treonina desaminasa. La enzima ALS cataliza la primera reacción en común de la síntesis de aminoácidos ramificados formando ácidos acetohidroxidos (acetohidroxi butirato y acetolactato), los cuales experimentan reacciones de oxidación e isomerización produciendo derivados del ácido valérico, que luego, y por reacciones de deshidratación y transaminación, producen isoleucina y valina. El α -keto isovalerato reacciona con acetil CoA para formar 2-

isopropilmalato, el cual experimenta reacciones de isomerización, reducción y transaminación para producir leucina.

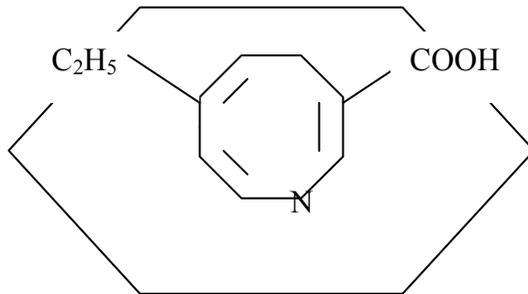


Figura N°1: Estructura química del Imazetapir

Los herbicidas inhibidores de la síntesis de los aminoácidos alifáticos se unen al complejo enzima sustrato previniendo la adición de la segunda molécula de piruvato y no se produce acetolactato, ni acetohidroxibutirato (Stidham et al., 1991). Esto lleva a una paralización de la síntesis de proteínas y a pesar de que pequeñas cantidades de los herbicidas inhiben la enzima in vitro, puede requerirse un largo período para que ocurra la muerte de las malezas sensibles, a pesar de que se ha determinado que el efecto de los herbicidas inhibidores de la ALS se inicia luego de tres horas, por una rápida y potente inhibición en la elongación de raíces jóvenes y hojas. El efecto en las raíces en división ocurre dentro de las primeras 24 hrs. de la absorción de esos herbicidas.

Se piensa que los aminoácidos alifáticos, o de cadena ramificada, juegan un rol regulador en el ciclo de la célula. Dicho ciclo está dividido en cuatro fases, a) primera fase de crecimiento (G_1), donde cada cromosoma nuclear consta de una sola cromátida que contiene una molécula de ADN; b) síntesis de ADN (S), la cual se caracteriza por duplicar la cantidad de ADN en el núcleo; c) segunda fase de crecimiento (G_2), donde cada cromosoma consiste en dos cromátidas idénticas que contienen una misma molécula de ADN. G_1 , G_2 y S corresponden a la interfase, la cual es seguida por d), la división celular o mitosis. Concentraciones nanomolares de sulfonilureas o imidazolinonas bloquean el ciclo celular, debido a que se produce un movimiento reducido de G_1 a S, y de G_2 al inicio de mitosis. Como se puede apreciar, el sitio de acción primario es la síntesis de los 3 aminoácidos alifáticos. Como se puede apreciar el sitio de acción primario es la síntesis de aminoácidos alifáticos, pero la planta deja de crecer y al final muere por problemas relacionados con fallas en la división celular, en especial en raíces y otros tejidos meristemáticos. Es por ello que en muchas publicaciones a estos grupos de herbicidas se los ha reconocido como inhibidores de la actividad meristemática.

Las imidazolinonas se caracterizan, en general, por presentar un amplio espectro de control y ser utilizadas a bajas dosis en tratamientos de preemergencia y postemergencia en cultivos como cereales (trigo, arroz, maíz) y algunos cultivos de la subclase dicotiledónea (soja, alfalfa). Estos herbicidas se absorben vía radical y foliar y se movilizan vía simplasto y apoplasto. Los síntomas de daños causados por ellos no son evidentes hasta una o dos semanas después de la aplicación, aunque las plantas sensibles detengan su crecimiento a las pocas horas después del tratamiento herbicida. Las plantas afectadas se caracterizan por presentar crecimiento atrofiado, en las regiones meristemáticas se produce clorosis internerval y necrosis de hojas. También en algunos casos las venas de las hojas desarrollan coloraciones rojizas-púrpuras debido a un aumento en las antocianinas y luego se produce la abscisión. En los casos mas severos, los puntos de crecimiento se necrosan en su totalidad.

2.5 TOLERANCIA DEL CULTIVO AL IMAZETAPIR

En general, soja ha mostrado muy buena tolerancia a Imazetapir tanto en aplicaciones de pre como de postemergencia.

Concordantemente, Adcock y Banks (1991), Krausz et al. (1992) no detectaron diferencias en el crecimiento ni en el rendimiento de soja tratada con este herbicida.

Sin embargo, Scarponi et al., citados por Papiernik et al. (2003), estudiando el efecto de Imazetapir en soja, encontraron incrementos en el peso fresco de los brotes y raíces horas después de la aplicación del herbicida aunque disminuciones en la materia seca. Según los autores, estos resultados estarían indicando elevación de la concentración de agua en plantas por efecto del tratamiento con Imazetapir. También la actividad enzimática y el contenido de glucosa y almidones fueron afectados con el paso de las horas luego de la aplicación de Imazetapir.

Por su vez, Papiernik et al. (2003) comprobaron disminuciones del contenido proteico y en el largo de la cadena de amino ácidos estudiando el efecto de Imazetapir en leguminosas.

Según Shaw et al. (1991), Newson y Shaw (1994) esta variabilidad a nivel de resultados puede deberse a que los cultivares de soja muestran diferentes grados de tolerancia frente a aplicaciones de herbicidas del grupo de las imidazolinonas.

Por otra parte, estos mismos autores destacan que la soja tratada con imidazolinonas presenta síntomas típicos tales como disminución del tamaño de plantas y biomasa total, acompañados en ocasiones de disminución de los rendimientos.

También se han citado cambios morfológicos en la hoja resultando más elongadas y angostas (Papiernik et al., 2003), reducción de la altura resultando en menor número de nudos en el tallo principal (Papa et al. 1997, Papiernik et al. 2003)

Kelley et al. (2005) observaron que el Imazetapir detuvo temporalmente el crecimiento de las plantas. El daño fue observado 2 semanas pos-aplicación tanto para las aplicaciones realizadas en V3, como en V7 y R3 aunque luego, cuando se muestró el daño a las 6 semanas pos-aplicación, se observó total recuperación de los tejidos y el cultivo para las aplicaciones en V3 y R3. Sin embargo, para el Imazetapir aplicado en V7 se detectó una reducción del 7% en el rendimiento.

En un experimento realizado por Corrigan y Harvey (2000) en el que se ensayaba con Glifosato a dos dosis (420 y 630 g ea/ha) combinado con 3 herbicidas residuales (Chlorimuron + Thifensulfuron e Imazetapir) y aplicados en 2 momentos (post temprana y tardía), los daños en soja no excedieron el 5%, excepto cuando la mezcla fue con Imazetapir en aplicaciones realizadas en la postemergencia tardía. Para este caso, los daños se evaluaron entre 10 y 13%.

Inclusive, para Taylor et al. (2002) los daños causados a la soja por Imazetapir e Imazamox fueron los responsables de la ventaja en rendimiento obtenida para la aplicación de sólo Glifosato.

Krausz y Young (2001) observaron que la aplicación de Imazetapir en la postemergencia dilató la maduración de la soja RR en 2 de los 3 años ensayados. También observaron necrosis de las plantas en 1 de los años, clorosis en los 3 años (igual que lo observado por Nelson et al. 1998a, Nelson y Renner 1998b).

Además observaron una disminución en la altura del 35 a 37 % aunque el rendimiento no fue afectado. Este porcentaje es coincidente con lo observado por Delannay et al. (1995).

2.6 RESULTADOS DE CONTROL CON IMAZETAPIR

Vanliesshout y Loux (2000) estudiando el efecto de control de diferentes herbicidas residuales aplicados en la preemergencia de soja en combinación con 3 dosis de Glifosato post emergente (280, 560 y 840 g ea/ha) para *Poligonum pensylvanicum* no encontraron ventajas en utilizar Imazetapir en la preemergencia. Para el caso de *Chenopodium* el Imazetapir permitió complementar efectivamente al Glifosato, lograndose niveles de control de 100% con solo 280 g ea/ha de Glifosato. Estos niveles de control fueron alcanzados con Glifosato solo a una dosis de 840 g ea/ha.

Para *Setaria faberi* se logro excelente control en la preemergencia que no fue mejorado con la adición de Glifosato en la postemergencia, y en todos los casos supero las aplicaciones de Glifosato en la postemergencia.

En este mismo experimento se evaluaron los mismos tratamientos sobre un enmalezamiento gramíneo compuesto por una mezcla de *Setaria faberi* y *Echinochloa crus-galli*. En este caso tampoco las opciones de solo Glifosato en posemergencia fueron suficientes, y controles de 95% fueron alcanzados cuando se utilizo Glifosato a la dosis de 560 g ea/ha precedido por Imazetapir en la preemergencia.

Leguizamón et al. (2006) en un trabajo realizado para evaluar momentos de aplicación y herbicidas en postemergencia (residuales y no residuales) encontraron que tanto para el tratamiento con Glifosato (0,972 gr ea.ha) como para el tratamiento con Imazetapir (0,064 gr i.a.ha), no demostraron diferencias significativas en el control visual de *Digitaria sanguinalis* (maleza predominante) entre ambos evaluado durante el período crítico de competencia, para ambos años de experimento, pero si se diferenciaron del testigo. El nivel de control promedio en ambas campañas fue del orden del 90%. Por lo tanto los niveles de control logrados por ambos tratamientos herbicidas fueron adecuados y parecen cumplir con el requisito fundamental de disminuir significativamente la presencia de malezas durante el periodo crítico, permitiendo una expresión del potencial de rendimiento de los cultivos. En cuanto al rendimiento se vio que los tratamientos con herbicidas se diferencian del testigo pero no difieren significativamente entre sí. Estos resultados de rendimiento coinciden con los obtenidos por otros autores (Zuber et al., 2006).

Corrigan y Harvey (2000) estudiando el control de aplicaciones postemergente de Glifosato en 2 dosis (420 y 630g ea/ha) en postemergencia temprana y tardía aplicado solo o en combinación con SAN 582, Chlorimuron + Thifensulfuron, Chloransulam e Imazetapir no encontraron ventaja del agregado de ninguno de los tratamientos residuales al Glifosato en el control de *Setaria faberi*, *Abutilon theophrasti* ni *Chenopodium album*. Tampoco encontraron diferencia de los tratamientos en cuanto al rendimiento de la soja.

Papa et al. (1997), en sus tratamientos encontraron que en cuanto al grado de control, se vio que para diferentes malezas la mayor velocidad de acción de herbicidas la presentó el Imazetapir a los 15 días de aplicado, pero luego de esto, las otras mezclas (Flometsulán con Glifosato y Clorimurón) igualaron el grado de control del Imazetapir, alcanzando un 98% de control, en contraposición con el Glifosato que obtuvo siempre los niveles menores. En el caso del testigo limpio (aplicaciones reiteradas de Glifosato), superó significativa pero levemente a los demás tratamientos. Cabe destacar que los rendimientos para el testigo limpio y las mezclas fueron estadísticamente iguales.

Beusinger et al. (2001) registraron que el tratamiento con Pendimethalin seguido por Imazetapir logró un control superior al 92% en *Setaria faberi* y similar a los tratamientos de Glifosato y Glufosinato en secuencia, este mismo tratamiento obtuvo bajos niveles de control de *Sida spinosa* de alrededor de un 21% siendo muy inferior al resto de los tratamientos. Para *Xanthium pensylvanicum* el tratamiento de Pendimethalin seguido por Imazetapir logró un control superior al logrado por los tratamientos con Glifosato solo y Clomazone seguido por Glifosato, y los mayores valores de control lo mostraron todos los tratamientos con Glufosinato los cuales proporcionaron más de un 96% de control. En el control de *Ipomoea hederacea* todos los tratamientos mostraron valores superiores al 89% a excepción del tratamiento de Pendimethalin seguido por Imazetapir el cual logró valores de control del 81%. Beusinger et al. (2001) afirman que si tomamos en cuenta los promedios de control obtenidos para todas las malezas, el tratamiento de Pendimethalin seguido por Imazetapir obtuvo resultados de control (84%) similares a las aplicaciones de Glufosinato solo.

Taylor et al. (2002) encontraron que con aplicaciones en la post emergencia de Glifosato, Imazetapir e Imazamox el Glifosato a dosis de 870 g ea/ha tuvo mejor comportamiento de control en *Setaria faberi* que Imazamox (36 g i.a/ha) y que Imazetapir (71 g i.a/ha) en una de las localidades en la que se instaló el experimento. En la otra localidad el comportamiento fue similar para los 3 tratamientos en esta maleza.

Resultados similares encontraron para *Chenopodium, album* resultando el Glifosato igualmente eficiente que Imazamox e Imazetapir cuando existían tratamientos preemergentes previos, y superando estos tratamientos cuando no se realizaban tratamientos en la preemergencia. También para *Ambrosia* y *Ipomoea hederacea* el Glifosato supera el comportamiento de Imazamox e Imazetapir.

Beyers y Johnson (2002) en un experimento evaluando el comportamiento del Glifosato en aplicaciones de postemergencia solo o en combinaciones con diferentes residuales, encontraron que la adición de Imazetapir mejoraba el control de *Sida spinosa*, *Xanthium strumarium*, *Amaranthus rudis* y *Ipomoea ssp.*

Procopio et al. (2006) estudiando aplicaciones postemergentes de Glifosato en combinación con mezclas de este herbicida a igual dosis y con Imazetapir y 2 dosis de Chlorimuron, no verificaron ventajas por la adición de los residuales para las malezas presentes (*Digitaria insularis*, *Tridax procumbens* y *Leptochloa filiformis*) ni redujeron las emergencias de *Sida santaremnensis*, *Eleusine indica*, *chamaesyce hirta*, *Bidens pilosa* e *Senna obtusifolia*. Solo en la especie *Alternantela tenella* se observó disminución en la emergencia con las aplicaciones de Imazetapir. De cualquier forma los rendimientos en soja fueron similares con aplicaciones de Glifosato solo o en combinación con los herbicidas residuales.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION

El experimento fue instalado en una chacra comercial de soja transgénica con cero laboreo durante el verano 2005-2006, en el establecimiento “San Isidro”, Ruta 90Km 21,5, en una soja de primera cultivar Nidera 6019, la cual fue sembrada el 7 de noviembre de 2005, sobre un rastrojo de girasol.

Cabe destacar que el objetivo original fue instalar el experimento en una situación de enmalezamiento complejo, con presencia de malezas que han sido denunciadas como problemáticas de controlar con sólo Glifosato como los casos de *Portulaca oleracea* o enredaderas y fundamentalmente, en sojas de primera. Las particulares condiciones alrededor de la época de siembra, durante la cual ocurrió una severa deficiencia hídrica (ver datos en figura N° 1), determinaron una retracción en la intencionalidad de siembra y restringieron las opciones de chacras posibles. Adicionalmente, la condición hídrica impidió la expresión temprana de los enmalezamientos sumando otra limitante en la tarea de la elección de la posible chacra.

3.2 TRATAMIENTOS Y METODOLOGIA DE INSTALACION

El experimento consistió en 11 tratamientos, los cuales se basaron en control preemergente con un herbicida residual (Imazetapir), aplicación de Glifosato en diferentes momentos del cultivo, y control postemergente con el herbicida residual y Glifosato. En todos los casos fueron ensayadas dos dosis de Imazetapir y se incluyeron complementariamente dos testigos, uno enmalezado y otro siempre limpio. Las parcelas utilizadas tuvieron 2 m de ancho por 10 m de largo.

El detalle de los tratamientos figura en el Cuadro N° 1 a continuación.

Cuadro No. 1. Descripción de los tratamientos.

Trat	Productos, Dosis y Momentos de aplicación			
	preemerg.	temprano(30 dps)	tardío (50 dps)	muy tardío (78 dps)
T1		Glifosato (3l)		
T2			Glifosato (3l)	
T3		Glifosato (3l)	Glifosato (3l)	
T4		Glifosato (3l)	Glifosato (3l)	Glifosato (3l)
T5	Imazetapir (164g)			
T6	Imazetapir (114g)		Glifosato (3l)	
T7	Imazetapir (164g)		Glifosato (3l)	
T8		Imaz (140g) + Gli(3l)		
T9		Imaz (140g) + Gli(3l)	Glifosato (3l)	
T10	tetigo limpio Glifosato siempre que hubiera enmalezamiento significativo			
T11	Testigo sucio sin tratamiento			

Las aplicaciones fueron realizadas empleando una mochila de presión constante por fuente de CO₂, de 4 picos y con pastillas antideriva, utilizando un volumen de 100 lts de agua por hectárea y con un ancho operativo de 2 metros.

3.3 DETERMINACIONES

En malezas se realizaron estimaciones de densidad y fitomasa. En el primer caso, la metodología consistió en el conteo por especie en 4 cuadros de 30 x 30cm por parcela. Adicionalmente, se registró el desarrollo de las especies para lo cual se utilizó una escala arbitraria de 3 grados tanto en el caso de gramíneas (1= 1 hoja, 2= inicio de macollaje, 3= planta macollada) como de latifoliadas (1= cotiledones, 2= 2 a 4 hojas, 3= más de 4 hojas).

Las determinaciones de fitomasa de malezas se realizaron durante el ciclo del cultivo y también a la cosecha, para la estimación de enmalezamiento residual. A tales efectos se procedió al corte del total de malezas presentes, en 3 cuadros de 30 x 30cm por parcela, a nivel de la superficie del suelo, determinándose luego, composición botánica y peso después de secado en estufa.

En cultivo se estimó la fitomasa en 3 momentos y en 2 m lineales en competencia perfecta por parcela. Para las determinaciones a la cosecha se utilizó un área de 5.2 m².

El número de estimaciones y los momentos en que se realizaran, se detallan en el cuadro a continuación.

Cuadro No. 2. Detalle de las determinaciones realizadas.

DETERMINACION	San Isidro	Estado Fenologico
Densidad de malezas(N°/m ²)	29dps	V4
	38dps	V6
	48dps	V8
Biomasa de malezas(gr/m ²)	48dps	V8
	91dps	R4
	a cosecha	Madurez
Biomasa del cultivo(gr/m ²)	51dps	V9
	91dps	R4
	a cosecha	Madurez
Rendimiento (kg/ha)	a cosecha	Madurez

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar, con tres repeticiones. Las variables relevadas fueron analizadas siguiendo el modelo de análisis de varianza en bloques completos, realizando contrastes de medias cuando necesario, según el test de Tukey (5%).

En las variables de enmalezamiento del cultivo, para contestar algunas preguntas específicas planteadas desde el inicio del ensayo también se realizaron contrastes ortogonales. Para ello fueron contrastados el testigo sucio (enmalezado) contra el testigo limpio, el testigo sucio contra el promedio de los tratamientos con herbicida y el testigo limpio contra el promedio de los tratamientos con herbicida. También se contrastó cada tratamiento de herbicida contra el testigo sucio. Los análisis fueron realizados en los momentos de interés desde el punto de vista biológico, no considerándose en este caso la evolución de las malezas. Los análisis fueron realizados utilizando el programa SAS (v.8.02).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio se vieron condicionados parcialmente por las particularidades climáticas ocurridas durante el periodo experimental. Tal como puede observarse en la Figura No. 2, el periodo se caracterizó por una severa deficiencia hídrica en la zona, lo cual tuvo repercusiones tanto en el crecimiento de la soja como en la expresión de los enmalezamientos y condicionó fuertemente los resultados del experimento como se discutirá posteriormente.

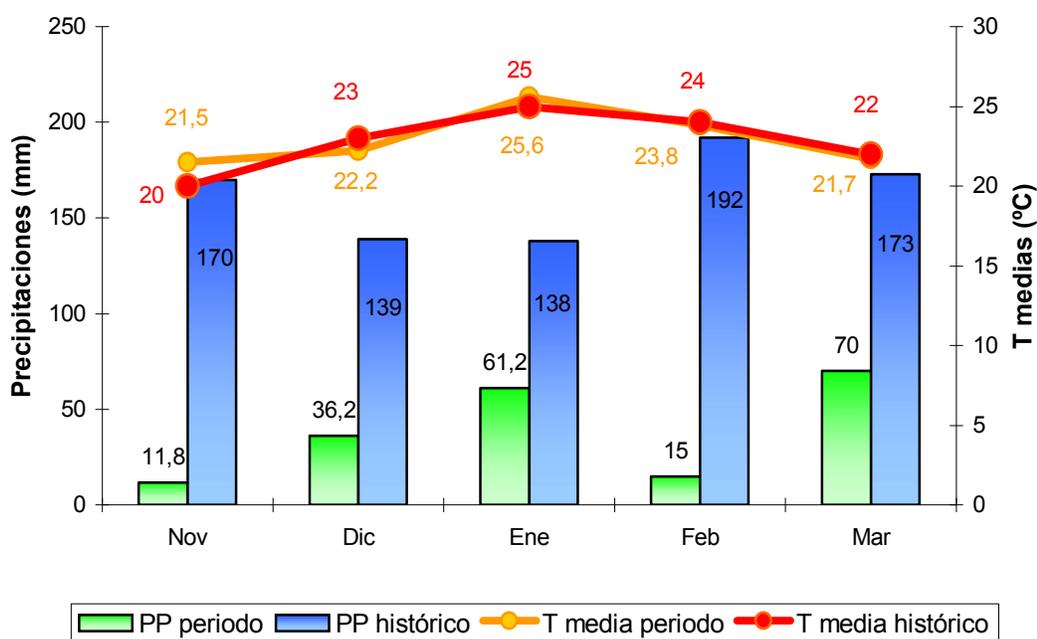


Figura No. 2. Datos climáticos del periodo experimental

4.1 EVALUACIONES EN MALEZAS

Cabe señalar que el enmalezamiento en este experimento se caracterizó por presentar una infestación muy elevada y prácticamente exclusiva de la maleza *Bidens pilosa* (amor seco). Por esta razón, en varios de los muestreos se presentan sólo los resultados para esta maleza. La densidad de las otras especies (*Digitaria sanguinalis*, *Cynodon dactylon*, *Setaria sp.* y *Sida rombhifolia*) fue irrelevante en la mayoría de los casos siendo imposible extraer conclusiones en relación a los efectos de los tratamientos sobre las mismas.

El primer muestreo de densidad, realizado a los 29 dps tuvo por objetivo evaluar los tratamientos realizados hasta el momento, que fueron los de Imazetapir en preemergencia (T5=T7 y T6) y compararlos con el Testigo sucio.

El ANAVA correspondiente a estos resultados detectó efecto de tratamientos y al efectuarse la separación de medias, se comprobó mayor densidad total y de *Bidens pilosa* en el tratamiento T5 en comparación al Testigo sucio (Figura N° 3).

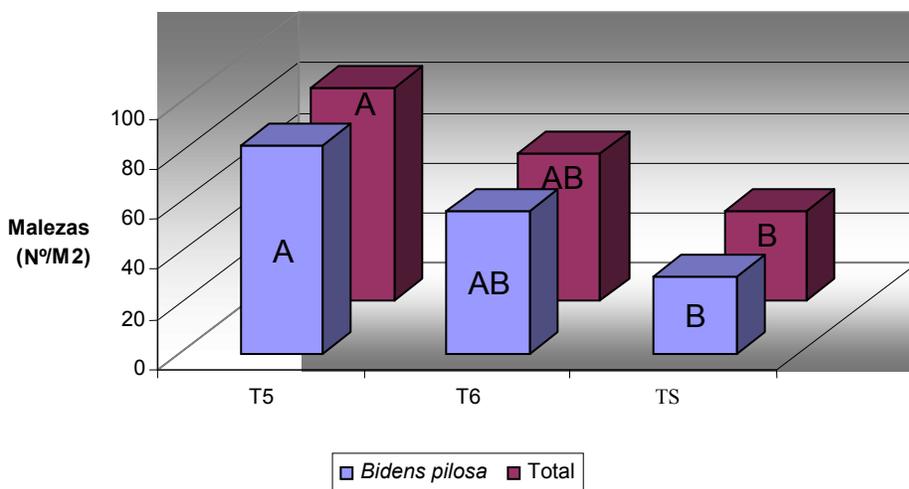


Figura 3. Densidad de *Bidens pilosa* y total malezas en el primer muestreo (29 dps). T5:Imaz. pre D2;T6: imaz.pre D1+glif; T11: testigo sucio.

Como puede observarse, la densidad de amor seco en el tratamiento con Imazetapir en preemergencia (T5) prácticamente triplicó la densidad estimada en el testigo sucio.

Esto, que puede considerarse llamativo y hasta un contrasentido, resulta explicable cuando se analiza la estructura y composición del enmalezamiento. Tal como se muestra en la Figura No. 4, el total de la densidad de amor seco estaba constituido por plántulas en estado de cotiledones en los tratamientos T5 y T6, mientras que en el tratamiento sucio, la mayoría de las plantas se encontraban al estado de 2 hojas.

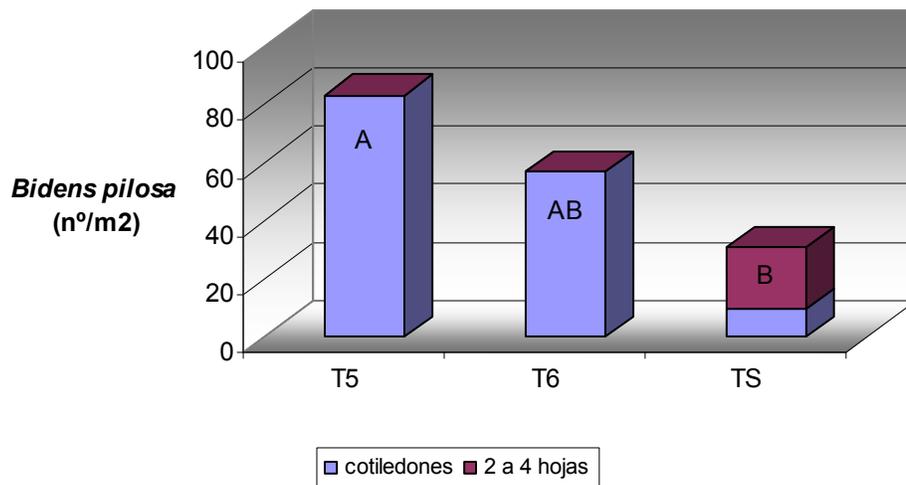


Figura 4. Estructura de la población de *B.pilosa* en el primer muestreo (29 dps). T5:Imaz. pre D2;T6: imaz.pre D1+glif, T11: testigo sucio.

Como puede observarse la mayor densidad de la maleza en los tratamientos que recibieran Imazetapir, y fundamentalmente en la mayor dosis (T5), se corresponde con recientes emergencias (cotiledones) y con una nula contribución de plantas de *Bidens pilosa* más desarrolladas que escaparan del tratamiento. Muy probablemente las nuevas emergencias eran provenientes de una segunda camada de germinación de la maleza y, por la misma razón, también muy probablemente, se encontraban recién comenzando a absorber herbicida desde la solución del suelo.

Contrariamente, la densidad en el testigo sucio aún menor, está compuesta principalmente por plantas de mayor desarrollo y por ende con mayor potencialidad de interferencia al cultivo y seguramente también, responsables del freno de nuevas emergencias. El desarrollo de la primera camada, ejerciendo competencia espacial, disminuyendo la llegada de luz al suelo e inclusive por efectos de interferencia química del tipo de aleopatías, pudo haber reducido nuevas germinaciones y/o impedido el establecimiento de nuevas plántulas.

Esta última consideración agrega una interesante apreciación sobre el herbicida Imazetapir en la preemergencia. El herbicida, estaría presentando un efecto de controlar la primera camada y otro efecto indirecto por la misma razón promoviendo inmediatamente una importante nueva camada como efecto adicional. Este efecto puede interpretarse como un manejo cooperando en el agotamiento del banco de semillas de reserva de la maleza si se prevé el complemento con controles posteriores.

Los resultados del segundo muestreo (a los 38 dps) permitieron comprobar las apreciaciones realizadas en relación a los resultados de los tratamientos T5 y T6 en el primer muestreo (Figura No. 5).

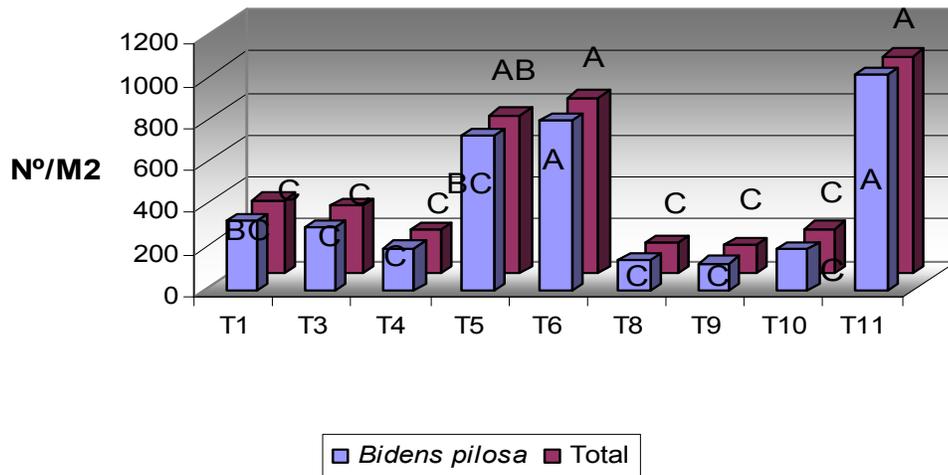


Figura No. 5. Densidad de *B. pilosa* y densidad total en el segundo muestreo (38 dps). T1:glif. Tempr.;T3: glif. tempr.+tardío; T4: glif. tempr.+tardío+muy tardío; T5:Imaz. pre D2;T6: imaz.pre D1+glif;T8:glif. tempr.+imaz.; T9: glif. tempr.+imaz.+glif.; T10: testigo limpio; T11: testigo sucio.

De la observación de la figura No. 5 puede comprobarse que el enmalezamiento en el experimento estuvo compuesto mayoritariamente por amor seco. Por esta razón el comportamiento de esta maleza y el total del enmalezamiento resultaron similares. En cuanto a las características del enmalezamiento son válidas las mismas consideraciones que se hicieran para *B. pilosa* que para el total.

En relación a las 2 primeras estimaciones de densidad, las malezas registradas fueron: *Cynodon dactylon*, *Digitaria sanguinalis* y *Bidens pilosa*. Tanto para el primero como para el segundo muestreo, solo fue detectado efecto significativo de tratamiento en los casos de *B.pilosa* y del total de malezas (Pr.F=0.1134 y Pr. F=0.1466 en el muestreo 1 y Pr.F <.0001 en el muestreo 2, respectivamente para *B. pilosa* y enmalezamiento total).

En este segundo muestreo y a diferencia del muestreo anterior también fueron determinados los tratamientos T1, T3, T4, y T10, todos los cuales recibieron una aplicación de 3 litros de Glifosato comercial 9 días previos al muestreo y los T8 y T9 que recibieron Glifosato en mezcla con Imazetapir en la misma fecha.

La figura No. 4 muestra los resultados para *B.pilosa* y enmalezamiento total. Como puede observarse, una vez mas existe importante similitud para estos resultados ya que también en esta fecha continua siendo amor seco la maleza predominante del experimento. Los tratamiento que presentan diferencias significativas con el testigo sucio, el T1, T3, T4, T8, T9 y T10, son los tratamientos que como se comentara, recibieron tratamiento herbicida pocos días antes del muestreo y por lo tanto el resultado fue el esperado. De cualquier manera, importa destacar el elevado enmalezamiento que presentó esta chacra, siendo que se registraron en promedio para estos tratamientos infestaciones cercanas a las 200 plantas de amor seco por metro cuadrado.

El resultado del estudio del contraste Testigo sucio vs. T5 y T6 para las determinaciones de amor seco, gramilla y enmalezamiento total, (Cuadro No. 4) mostró diferencias significativas (Pr. $F=0,0457$). Esto comprueba que la mayoría de las plántulas estimadas en el primer muestreo absorbieron el herbicida y fueron controladas. Muy posiblemente esta es la razón por la que la densidad de plantas de amor seco desarrolladas resultó significativamente menor que las que presentó el testigo sucio.

Cuadro No. 3. Significancia estadística de los contrastes estudiados para el segundo muestreo de malezas (38 dps).

TS vs T5,T6	Pr:F
Bidens	0,0457
Cynodon	0,049
Total	0,0001

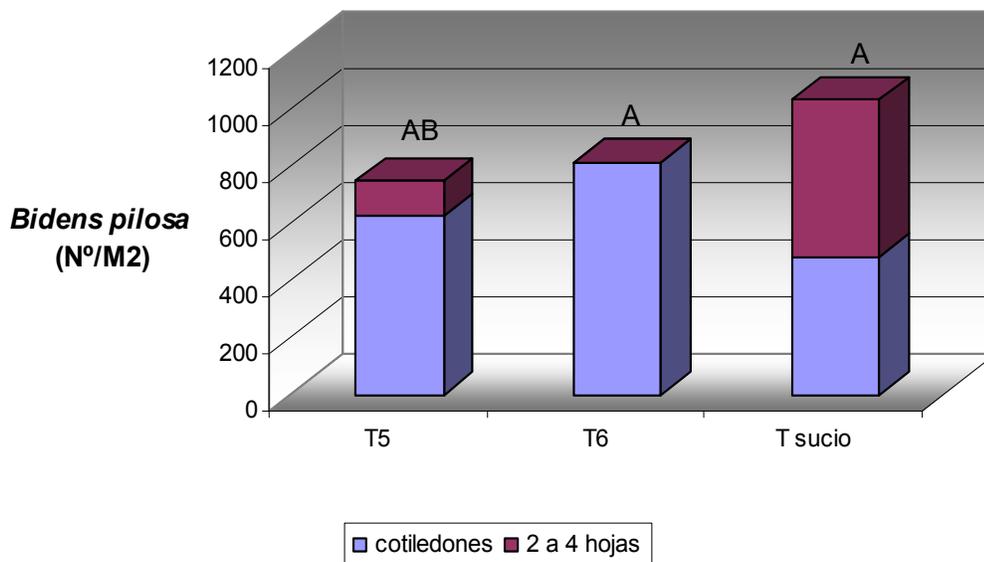


Figura No. 6. Tamaño y composición por edades de la población de *B.pilosa* en el segundo muestreo (38 dps). T5:Imaz. pre D2;T6: imaz.pre D1+glif; T11: testigo sucio.

Estos resultados parecen estar indicando igual comportamiento para las dos dosis de Imazetapir estudiadas siendo que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos T5 y T6. Sin embargo la composición en cuanto a estados de desarrollo si se diferenció presentado el T5, mayor numero de plantas con 2 a 4 hojas.

Los resultados del tercer muestreo (primera estimación de fitomasa realizada a los 48 dpa), destacó el buen comportamiento alcanzado hasta ese momento por el Imazetapir preemergente en la dosis mas alta (T5) ver figura No. 7, en el que la materia seca resultó significativamente menor que la determinada en el testigo sin tratamiento y sin diferencia con los tratamientos que recibieran Glifosato recientemente.

El tratamiento 6 también mostró un buen comportamiento aun cuando estadísticamente resulto intermedio sin diferenciarse del testigo sucio ni de los mejores tratamientos.

Por otra parte cabe destacar el comportamiento de los tratamientos T8 y T9 en los que el control fue total. Las diferencias entre estos tratamientos y aquellos en los que se aplicara solo Glifosato son el resultado de los efectos de residualidad en los que se agregara Imazetapir más Glifosato.

En las dos evaluaciones siguientes, a los 48 dps, 91 dps, todas de fitomasa de maleza, los resultados guardaron estrecha relación con lo encontrado inicialmente y con la aplicación de los sucesivos tratamientos herbicidas, (Fig No. 7).

El muestreo 3 realizado a los 48 dps, permite distinguir 4 grupos de tratamientos: los nunca aplicados hasta ese momento los cuales presentaron el mayor enmalezamiento, el grupo del T5, T6 y T7 aplicados en preemergencia con 13,14,5 y 13,5 % de la fitomasa presente en el tratamiento sucio para el enmalezamiento total. Los restantes tratamientos con muy baja cantidad de materia seca en el momento del muestreo, se corresponden con los tratamientos recientemente aplicados 29 dps, se observa una tendencia a una menor fitomasa en los T8 y T9 (cero fitomasa) vs. los T1, T3 y T4, seguramente resultado del efecto residual de estos tratamientos o dicho de otra manera de la cero residualidad de los segundos tratamientos.

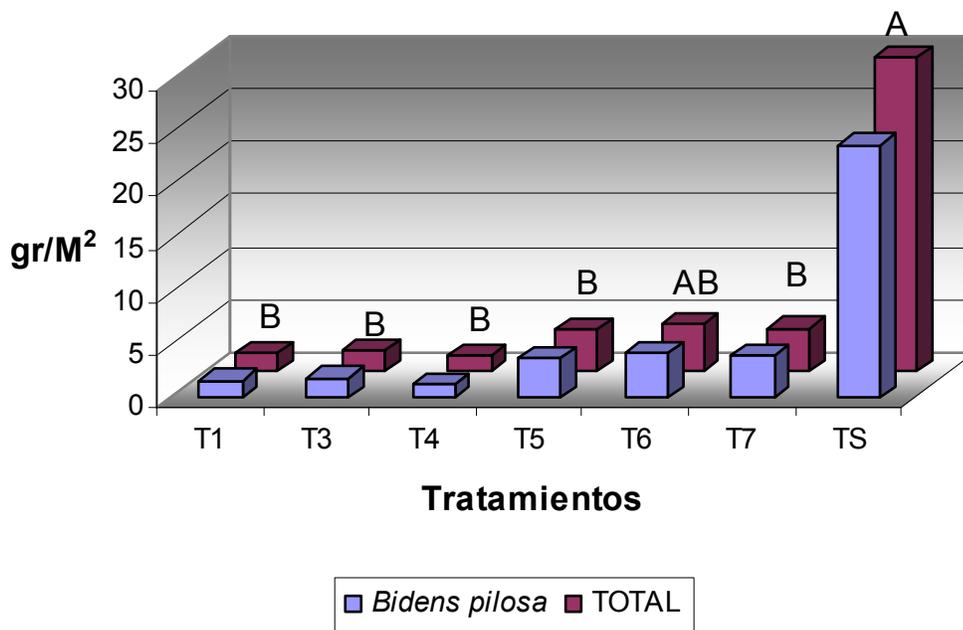


Figura No. 7. Materia seca de *B. pilosa* y materia seca total en el tercer muestreo (48dps). T1:glif. Tempr.; T3: glif. tempr.+tardío; T4: glif. tempr.+tardío+muy tardío; T5:Imaz. pre D2;T6: imaz.pre D1+glif; T7:imaz.pre D2+glif; T11: testigo sucio.

El muestreo 4 tal como es esperable demostró muy baja materia seca de malezas en los T2,T3,T4,T6,T7 (ver figura No. 8) ,siendo que fueron los tratamientos que recibieron un Glifosato tardío, aunque cabe destacar que el tiempo transcurrido desde la aplicación fue suficiente para que hubieran aparecido nuevas malezas. También se deben mencionar ciertos factores que pueden haber influido en estos resultados, tales como, el

sombreado producido por el cultivo de soja, las deficiencias hídricas antes mencionadas que desecaron la capa superficial del suelo evitando nuevas germinaciones, y también considerando que ya estaba avanzada la estación.

Los tratamientos 8 y 9, se mantienen con cero malezas, pese a no haber recibido Glifosato tardío, lo que indica que la residualidad del Imazetapir fue suficiente para controlar las nuevas emergencias de malezas para las condiciones reinantes en el experimento. Es importante comentar que el enmalezamiento en el T sucio duplica la materia seca evaluada en el muestreo 3.

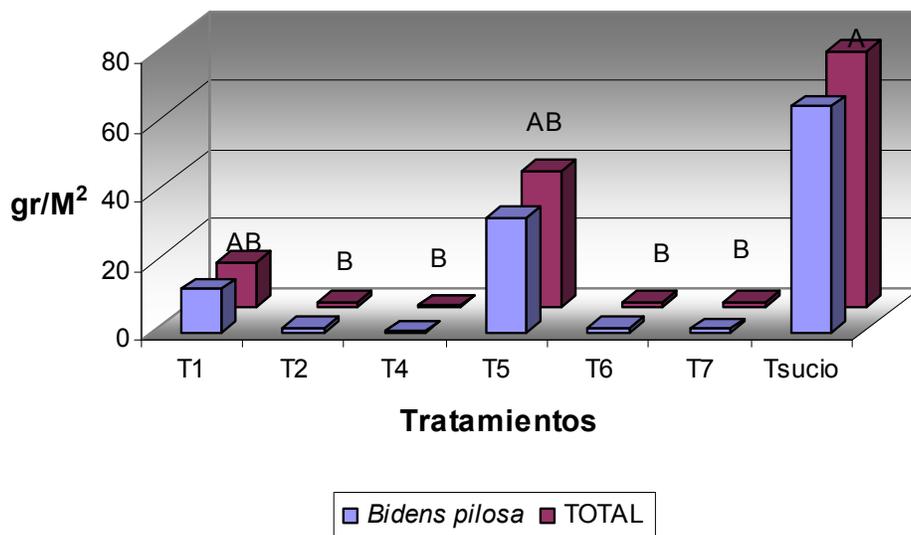


Figura No. 8. Materia seca de *B. pilosa* y materia seca total en el 4º muestreo (91 dps).

T1:glif. Tempr.; T2: glif. Tardío;T4; glif. tempr.+tardío+muy tardío; T5:Imaz. pre D2;T6: imaz.pre D1+glif; T7:imaz.pre D2+glif; T11: testigo sucio.

En el muestreo 5, el Anava detectó diferencias una vez mas en amor seco, en el total y también en Digitaria, maleza en la que solo existieron aportes a la fitomasa en tratamiento sucio y en el T5, como se ve en el cuadro No. 4. Digitaria contribuyendo casi en el mismo porcentaje en el sucio y en el T5. Se puede decir que los enmalezamientos en los restantes tratamientos pueden ser considerados insignificantes, por lo tanto podemos concluir que mostraron un buen comportamiento.

Cuadro No. 4. Comparación estadística del muestreo residual (gr/M²).

	DIGITARIA		BIDENS	TOTAL	
T1	0	B	12,72	12,72	B
T2	0	B	1,3	1,3	B
T4	0	B	0,37	0,37	B
T5	6,17	AB	32,65	38,83	B
T7	0	B	1,11	1,11	B
T11	12,96	A	98,06	111,02	A

T1:glif. Tempr.; T2: glif. Tardío; T4; glif. tempr.+tardío+muy tardío; T5:Imaz. pre D2;T7:imaz.pre D2+glif;T11: testigo sucio.

Analizando el muestreo residual, el enmalezamiento a cosecha resultó mínimo en todos los tratamientos a excepción del T5 y del T sucio. Es importante destacar que si bien la cantidad de amor seco es la misma en T sucio que en el T 5, en el sucio se ve que el enmalezamiento total presenta también mayor presión de otras malezas además de amor seco que no aparecen en el T 5, tales como pasto blanco, siendo en el T 5 un 31% del total de este tratamiento y en el T sucio de un 44% del total, y si lo analizamos como gramos de materia seca de Digitaria por metro cuadrado, esta diferencia es aún mayor y significativa estadísticamente hablando ($prF < 0,0001$), llegando a ser el doble en el T sucio que en el T 5, lo cual puede ser un indicador bastante claro de un efecto de residualidad importante aportado por el Imazetapir.

4.2 EVALUACION EN CULTIVO

Como se comentara en materiales y métodos se realizaron estimaciones de fitomasa en 3 momentos del ciclo del cultivo y a la cosecha (planta y rendimiento en grano).

4.2.1 Evaluación de materia seca en soja

Los resultados antes presentados en malezas no mostraron una asociación clara con los correspondientes a la materia seca de soja (cuadro No. 5) en las estimaciones durante el ciclo del cultivo aunque si se relacionan satisfactoriamente con los resultados en rendimiento en grano final (Fig. No. 8).

Cabe mencionar que se observó clorosis y detención del crecimiento de las plantas de soja, después de realizados los tratamientos con Imazetapir post-emergentes. El efecto visual fue muy impactante (ver fotos anexo No. 1), lo cual fue corroborado con las mediciones de materia seca.

Analizando los registros de materia seca en soja, los resultados obtenidos para las determinaciones realizadas a los 51 y 91 dps figuran en el cuadro No. 5 a continuación.

Cuadro No. 5. Materia seca de soja.

MATERIA SECA DE SOJA				
	MS Soja (g/pl.)			
	51 dps		91 dps	
T1	4,44	ab	14,19	ab
T2	3,87	abcd	11,21	bc
T3	4,73	a	13,70	ab
T4	4,12	abc	14,93	a
T5	3,25	cd	11,69	bc
T6	4,55	a	12,99	abc
T7	3,31	cd	12,02	abc
T8	3,44	bcd	12,91	abc
T9	3,02	d	13,86	ab
T10	4,54	a	13,87	ab
T11	3,83	abcd	10,08	c
CV %		16		14
Pr F		0,04		0,175
MDS		0,05		0,05

T1:glif. Tempr.; T2: glif. Tardío; T3: glif. tempr.+tardío; T4: glif. tempr.+tardío+muy tardío; T5:Imaz. pre D2;T6: imaz.pre D1+glif; T7:imaz.pre D2+glif;T8:glif. tempr.+imaz.; T9: glif. tempr.+imaz.+glif.; T10: testigo limpio; T11: testigo sucio.

El análisis de los datos presentados en el cuadro anterior muestra resultados interesantes. Por un lado no es extraño que el T3 y el T10 así como el T6 que recibieran dos aplicaciones de herbicidas muestren los más altos valores, la excepción la constituye el tratamiento T7, el cual siendo semejante al T6 presenta una producción de materia seca en plantas significativamente menor.

Como posibles explicaciones a este comportamiento podría pensarse que pudiera haber existido algún efecto de fitotoxicidad al Imazetapir en soja como consecuencia de la elevación de la dosis (T6=114 gr. /ha y T7=164 gr. /ha). Por otra parte la presión de interferencia inicial fue mayor en el T7 que en el T6, recordando los resultados de los muestreos 1 y 2 a nivel de malezas (figura No. 4 y No. 5, T7 igual a T5 hasta ese momento), en estas estimaciones presentaron mayor número de plántulas de malezas en el muestreo 1 y una mayor contribución de plantas desarrolladas al muestreo 2. Con la metodología utilizada en el presente estudio, así como considerando la bibliografía revisada, no tenemos una explicación lógica para los resultados obtenidos.

De haber ocurrido efectivamente algún efecto fitotóxico con la dosis mas elevada podría pensarse que esto mismo fuera la razón del mayor desarrollo del enmalezamiento en este tratamiento, como consecuencia de una disminución de la capacidad competitiva de la soja.

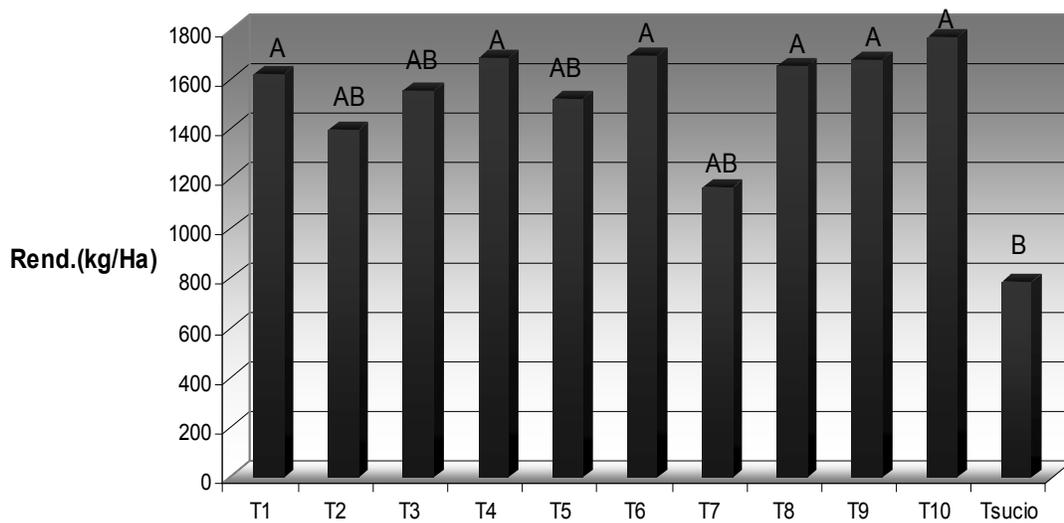
Continuando con la discusión del cuadro No. 5 (MS soja), los resultados obtenidos para T1, T2, T4 y T11 resultan los esperables y aún sin diferenciarse estadísticamente del testigo limpio muestran una diferencia al presentar mas bajos valores. Como puede observarse, con mas bajos valores y con diferencias significativas de los mejores tratamientos (T3, T6 y T10) se corresponderían con la dosis alta de Imazetapir en la preemergencia (T5 y T7) y post-emergencia (T8 y T9). De esta forma podría interpretarse como que 164 gr. /ha de Imazetapir en la preemergencia como el tratamiento en la post-emergencia afectaron el crecimiento de la soja para las condiciones del presente experimento.

Efectivamente si bien no observamos visualmente efectos en la soja para las aplicaciones de preemergente, si se observó un marcado efecto en las aplicaciones post-emergentes, tal como se observa en las fotos antes mencionada (anexo No. 1).

Aún cuando existió un efecto de clorosis y detención del crecimiento importante, corroborado en las estimaciones de materia seca que se realizaron, cabe mencionar que se observó y estimó una recuperación posterior. Los resultados de las determinaciones de materia seca siguientes no permitieron identificar diferencias significativas entre los tratamientos 5, 7, 8 y 9 y el testigo limpio (cuadro No. 5, MS soja) en el muestreo realizado a los 91 dps.

4.2.2 Evaluación de rendimiento

El rendimiento resultó significativamente afectado por los tratamientos. Tal como puede observarse en la Figura No. 9, es posible distinguir 3 grupos de comportamiento para los diferentes tratamientos. Uno, el correspondiente al testigo sucio con el peor comportamiento. Otro el compuesto por los tratamientos T1, T2, T3, T5 y T7, con un comportamiento intermedio y el el tercero el de los mejores tratamientos que resultaron el testigo limpio y los tratamientos T6, T4, T9 y T8.



T1:glif. Tempr.; T2: glif. Tardío; T3: glif. tempr.+tardío; T4; glif. tempr.+tardío+muy tardío; T5:Imaz. pre D2;T6: imaz.pre D1+glif; T7:imaz.pre D2+glif;T8:glif. tempr.+imaz.; T9: glif. tempr.+imaz.+glif.; T10: testigo limpio; T11: testigo sucio. CV=18,5 y alpha 0,05.

Figura No. 9. Rendimiento de soja (kg/ha) para los distintos tratamientos estudiados.

Es importante destacar que los tratamientos pertenecientes al mejor grupo de comportamiento comparten el hecho de no haber tenido competencia durante el período crítico, tal como lo señalaran los muestreos de malezas realizados, lo cual muy probablemente les permitió expresar mejores rendimientos.

Cabe destacar también el caso del tratamiento T4. Este tratamiento aún rindiendo similarmente a los restantes tratamientos, se diferenció en el enmalezamiento residual. En los tratamientos T6, T8 y T9 no se registraron malezas a la cosecha mientras que en el T4 se estimó algún grado de enmalezamiento (Cuadro No. 5 ya presentado). Esta doble consideración en cuanto a rendimiento y enmalezamiento residual señala ventajas para los tratamientos que mantuvieron control hasta la etapas finales resultado de la inclusión del Imazetapir.

Sin embargo el tratamiento T7 que también presentara bajo enmalezamiento durante las etapas críticas al igual que los tratamientos de más alto rendimiento, tuvo un menor desempeño y fue agrupado junto a los de rendimiento intermedio. Como se comentara anteriormente, esto podría ser consecuencia de efectos de fitotoxicidad observados en las determinaciones de materia seca y asociados a la dosis de Imazetapir utilizada en este tratamiento.

Los restantes tratamientos de este grupo mostraron un comportamiento esperable considerando los resultados de las evaluaciones de malezas y materia seca de soja.

Finalmente, considerando el rendimiento logrado en el testigo sucio en forma comparativa al alcanzado en el testigo limpio, queda claramente expuesta la importancia del control de malezas en este cultivo. El rendimiento en el tratamiento sin control resultó de sólo un 40% del que se estimó en el testigo limpio

5. CONCLUSIONES

En cuanto al comportamiento del control con Imazetapir en las situaciones en que se desarrolló el experimento, se observó que solo la aplicación de la mas alta dosis (164 grs) en preemergencia logró buenos resultados en el caso de *Bidens pilosa*.

También se comprobó muy buen control y residualidad hasta cosecha de *Digitaria sanguinalis* para la aplicación en preemergencia y altas dosis.

Los resultados en materia seca de malezas no mostraron una asociación clara con los correspondientes a la materia seca de soja (cuadro No. 5) en las estimaciones durante el ciclo del cultivo aunque si se relacionan satisfactoriamente con los resultados en rendimiento en grano final.

El rendimiento resultó significativamente afectado por los tratamientos, y el testigo sucio alcanzó un rendimiento de aproximadamente el 40% del testigo limpio.

Los mejores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos T4: con 3 aplicaciones de glifosato, T6: Imazetapir a una dosis de 114 grs/ha en preemergencia+ un glifosato tardío, T8: Imazetapir a una dosis de 140 grs/ha en la postemergencia+ glifosato temprano, T9: Imazetapir a una dosis de 140 grs/ha + un glifosato tardío. Estos tratamientos sin diferenciarse entre sí resultaron además iguales al testigo limpio.

Considerando la respuesta obtenida en rendimiento y los costos de los respectivos tratamientos, se consideró destacable el comportamiento del T8 (Imazetapir 140 grs/ha + glifosato en una única aplicación temprana).

Cabe destacar que se observó clorosis y detención del crecimiento de las plantas de soja después de realizar los tratamientos con Imazetapir post-emergente. Aunque no pudieran comprobarse efectos en el rendimiento.

6. RESUMEN

El presente experimento fue instalado durante el verano 2005/2006 en un área de producción comercial con el objetivo de evaluar el comportamiento de Glifosato sólo y en combinación con Imazetapir en distintos momentos en el manejo de malezas y su repercusión en el rendimiento de soja. Los tratamientos consistieron en un testigo limpio (Glifosato siempre a razón de 3 lts de producto comercial cuando haya malezas), un testigo sucio, 5 tratamientos con Imazetapir, aplicando en preemergencia una dosis alta y otra baja de 164 y 114 grs/ha respectivamente y en post-emergencia una única dosis de 140 grs/ha y 4 tratamientos con Glifosato solo en diferentes momentos. El diseño experimental utilizado fue de parcelas en bloques al azar y tres repeticiones. Las determinaciones efectuadas a nivel del enmalezamiento consistieron en contéos y estimaciones de fitomasa. En cultivo se determinó peso de las plantas de soja y rendimiento en grano final. En cuanto a lo observado en el ensayo, la composición del enmalezamiento estuvo constituida principalmente por latifoliadas (en su mayoría *Bidens pilosa*) y en menor proporción por gramíneas (mayormente por *Digitaria sanguinalis*). Se constataron diferencias significativas tanto en el control del enmalezamiento como en el rendimiento del cultivo para los distintos tratamientos, con una diferencia entre los tratamientos más extremos (testigo sucio y testigo limpio) del doble aproximadamente en rendimiento a favor del testigo limpio. Los análisis estadísticos del rendimiento permitieron realizar 3 grupos de tratamientos, los de mejor comportamiento (significativamente iguales al testigo limpio), el de peor comportamiento (el testigo sucio) y el grupo intermedio.

Palabras clave: Imazetapir; Glifosato; Momento de aplicación; Soja.

7. SUMMARY

The present experiment took place during the summer of 2005/2006 it was held in a commercial production area. The main objective was evaluating the behavior of Glifosato alone and in combination with Imazetapir, in different states of the weeds and the repercussion in the results of the soybean. The treatments consisted in a clean witness (Glifosato always with 3 lts of commercial product when weeds are present), and a dirty witness, 5 treatments with Imazetapir, applying before the plant emerged a higher doses and then in a lower doses of 164 y 114 grs/ha, after the plant emerged we applied only once 140 grs/ha. Also we did 4 treatments with Glifosato but only in different moments of the experiment. The experimental design used was of parcels in blocks randomly distributed and 3 repetitions. The weeds determinations realized consist in countings and estimations of dry mater. In the crop the determinations was in weight of soybean plants and final grain yield. We observed during the experiment that the main components of the weeds were latifoliadas (mainly *Bidens pilosa*) and that gramineas (mainly *Digitaria sanguinalis*) were also present, but in a smaller rate. Significant differences were found in the control of weeds and also in the output of crops involving different treatments, with a distinction between the more extreme treatments (clean witness and dirty witness) of approximately the double in favor of the clean witness. Statistics analysis of the output allowed to create three different groups of treatment, the ones that behaved better were significantly the same as the clean witness, the worse behavior were present in the dirty witness and the group in between both of them.

Key words: Imazetapir; Glyphosate; Moment of application; Soybean.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ADCOCK, T. E.; BANKS, P. A. 1991. Effects of chlorimuron on soybean (*Glycine max*) and sicklepod (*Cassia obtusifolia*) as influenced by application timing. *Weed Sci.* 39: 139-142.
2. BEYERS, J. T.; REID, J.; SMEDA, ?; JOHNSON, W. G. 2002. Weed management programs in glufosinate-resistant soybean (*Glycine max*). *Weed Technol.* 16: 267-273.
3. CORRIGAN, K. A.; HARVEY, R. G. 2000. Glyphosate with and without residual herbicides in no-till glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). *Weed Technol.* 14: 569-577.
4. CRESPO, J. L.; LONGINOTTI, J. J. 1987. Alternativas de manejo en el cultivo de soja. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 71 p.
5. DELANNAY, X.; BAUMAN, T. T.; BEIGHLEY, D. H. 1995. Yield evaluation of a glyphosate-tolerant soybean line after treatment with glyphosate. *Crop Sci.* 35: 1461-1467.
6. EATON, B. J.; RUSS, O. G.; FELTNER, K. C. 1976. Competition of velvetleaf, prickly sida, and venice mallow in soybean. *Weed Sci.* 24: 224-228.
7. GIORDA, L. M.; BAIGORRI, H. E. J. ed. 1997. El cultivo de soja en Argentina. Córdoba, INTA. 448 p.
8. KELLEY, K. B.; WAX, L. M.; HAGER, A. G.; RIECHERS, D. 2005. Soybean response to plant growth regulator herbicides is affected by other postemergence herbicides. *Weed Sci.* 53: 101-112.
9. KRAUSZ, R. F.; YOUNG, B. G. 2001. Response of double-crop glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*) to broadleaf herbicides 1. *Weed Technol.* 15: 300-305.

10. LEGUIZAMÓN, E. S.; CABRERA, G.; FRATICELLI, M. F.; CAMPOS, B.; PAVONE, Z. 2006. Control y dinámica de la población de malezas en maíz y soja RR; comparación de Glifosato con herbicidas residuales. In: Mercosoja (10º., 2006, Santa Fé). Trabajos presentados. s.n.t. pp. 498-502.
11. MEDRANO, C.; GUTIERREZ, W.; ESPARZAD, D.; MONTILIA, A.; FANEITE, A. 1997. Evaluación de herbicidas postemergentes para el control de malezas en soja (*Glycine max*(L) Merr) en la planicie de Maracaibo. Red. Fac. Agron. (LUZ). 14: 33-46.
12. MORENO, R. 1999. Control de malezas en soja RR y tradicionales. In: Jornadas de Intercambio Técnico de Soja zona Norte, Centro y Sur (11as.), Jornadas Técnicas Agrícolas (1999, Córdoba, Argentina). Memorias. Revista AAPRESSID. 53: s.p.
13. NELSON, K. A.; RENNER, K. A.; PENNER, D. 1998a. Weed control in soybean (*Glycine max*) with imazamox and imazethapyr. Weed Sci. 46: 587-594.
14. _____; _____. 1998b. Weed control in wide- and narrow row soybean (*Glycine max*) with imazamox, imazethapyr, and CGA-277476 plus quizalofop. Weed Technol. 12: 137-144.
15. NEWSOM, L.J.; SHAW, D. R. 1994. Influence of cultivation timing on weed control in soybean (*Glycine max*) with AC 263,222. Weed Technol. 8: 760-765.
16. 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. 311-328.

17. PAPIERNIK, S. K.; GRIEVE, C. M.; YATES, S. R.; LESCH, S. M. 2003.
Phytotoxic effects of salinity, imazethapyr, and chlorimuron on selected weed species. *Weed Sci.* 51(4): 610-617.
18. PROCÓPIO, S.O.; MENEZES, C. C. E.; PIRES, F. R.; BARROSO, A. L. L.;
CARGNELUTTI FILHO, A.; RUDOVALHO, M. C.; MORAES, R. V.; SILVA, M. V. V.; CAETANO, J. O. 2006. Eficácia de imazethapyr e chlorimuron-ethyl em aplicações de pré-semeadura da cultura da soja .Pl. *Danhina.* 24(3): 467-473.
19. RONCAGLIA, V. R.; MARCO De RONCAGLIA, N. 1995. Malezas problemáticas que aparecen sobre cosecha en el área sojera en el Noreste Argentino. *In*: Congreso Latinoamericano de Malezas (12º., 1995, Misiones). Trabajos presentados. s.n.t. pp. 81-90.
20. SCARPONI, L.; YOUNIS, M. E.; STANDARDINI, A.; HASSAN, N. M.;
MARTINETTI, L. 1997. Effects of chlorimuron-ethyl, imazethapyr, and propachlor on free amino acids and protein formation in [Vicia faba](#) L. J. *Agric. Food Chem.* 45: 3652-3658.
21. SHAW, D. R.; WIXSON, M. B.; SMITH, C. A. 1991. Effect of imazaquinand chlorimuron plus metribuzin on sicklepod (*Cassia obtusifolia*) interference in soybean (*Glycine max*). *Weed Technol.* 5: 206-210.
22. STIDHAM .1991. Estructura química y molecular de los principales herbicidas (Residuales). *Weed Technol.* 20: 37-42.
23. SWANTON .1993. . Efects of the interference weeds in soybean. *Weed Technol.* 10: 101-115.
24. TAYLOR-LOVELL, S.; WAX, L. M.; BOLLERO, G. 2002. Preemergence Flumioxazin and Pendimethalin and postemergence herbicide systems for soybean (*Glycine max*). *Weed Technol.* 16: 502-511.
25. VANLIESHOUT, L. A.; LOUX, M. M. 2000. Interactions of Glyphosate with residual herbicides in no-till soybean (*Glycine max*) production. *Weed Technol.* 14: 480-487.

26. VITTA, J. I. 1990. Manejo y control de malezas. Revista AACREA.10: 38-47.
27. ZIMDAHL, R.L. 1980. Weed crop competition; a review. Corvallis, Oregon, International Plant Protection Center. 197 p.
28. ZUVER, K. A.; BERNARDS, M. L.; KELLS, J. J.; SPRAGUE, C. L.; MEDLIN, C. R.; LOUX, M. M. 2006. Evaluation of postemergence weed control strategies in herbicide-resistant .Weed Technol. 20: 172-178

9. APENDICES

1. Fotos de daño visual (clorosis).

