

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**ESTUDIO DE LA TOLERANCIA DE SEIS CULTIVARES DE
SOJA A HERBICIDAS DE POSTEMERGENCIA**

por

**Fernando GABRIELLI LAGRECA
Mauricio KUCHARSKY ANDRZEJUK
Hernán RODRIGUEZ BRIZUELA**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2012**

Tesis aprobada por:

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

Ing. Agr. Juana Villalba

Ing. Agr. Daniel Torres

Fecha: 9 de abril de 2012.

Autor: -----
Fernando Gabrielli Lagreca

Mauricio Kucharsky Andrzejuk

Hernán Rodríguez Brizuela

AGRADECIMIENTOS

“A Grisel Fernández por su dedicación y compromiso, al Ing. Agr. Pablo Roullier por su colaboración, a Facultad de Agronomía y los departamentos de Proveduría, Biblioteca, Bedelías”.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	2
2.1 EL CULTIVO DE SOJA	2
2.2 IMPORTANCIA DE LA SOJA EN URUGUAY	2
2.3 MANEJO DE MALEZAS	3
2.4 HERBICIDAS UTILIZADOS.....	4
2.4.1 <u>Glifosato</u>	4
2.4.2 <u>Características generales del grupo B</u>	5
2.4.2.1 Clorimuron.....	5
2.4.2.2 Imazetapir	6
2.4.2.3 Diclosulam.....	6
2.4.2.3 Cloransulam	7
2.5 TOLERANCIA DE SOJA A LOS HERBICIDAS	7
2.5.1 <u>Imazetapir</u>	9
2.5.2 <u>Clorimuron</u>	11
2.5.3 <u>Diclosulam</u>	12
2.5.4 <u>Cloransulam</u>	12
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	13
3.1 LOCALIZACION Y DESCRIPCION GENERAL DEL EXPERIMENTO	13
3.2 TRATAMIENTOS Y DISEÑOS EXPERIMENTAL.....	13
3.3 INSTALACION.....	15
3.4 DETERMINACIONES.....	15
3.3.1 <u>Determinaciones de campo</u>	15
3.3.2 <u>Determinaciones de laboratorio</u>	16
3.4 ANALISIS ESTADISTICO Y PROCESAMIENTO DE DATOS.....	16
3.5 CONDICIONES CLIMATICAS DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL.....	16
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	18
4.1 TRATAMIENTOS TEMPRANOS	18
4.1.1 <u>Efecto de los tratamientos en el crecimiento de los cultivares</u>	18
4.1.2 <u>Efecto de los tratamientos en los componentes de rendimiento de los cultivares</u>	22
4.2 TRATAMIENTOS TARDIOS.....	24

4.2.1 <u>Efecto de los tratamientos en el crecimiento de los cultivares</u>	24
4.2.2 <u>Efecto de los tratamientos en los componentes de rendimiento de los cultivares</u>	27
4.3 EFECTO DEL MOMENTO DE APLICACION SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO.....	31
5. <u>CONCLUSIONES</u>	33
6. <u>RESUMEN</u>	34
7. <u>SUMMARY</u>	35
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	36

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Descripción de los tratamientos.....	13
2. Características de los cultivares.....	14
3. Número de granos.m ⁻² de los cultivares según tratamiento herbicida para aplicación en estadio V2.....	22
 Figura No.	
1. Croquis del experimento.....	14
2. Temperatura media y precipitaciones durante el período experimental.....	16
3. Precipitaciones mensuales y temperatura promedio diaria de la serie histórica de datos climáticos (1961-2010).....	17
4. Altura promedio de los cultivares a los 42 dps.....	19
5. Altura promedio (cm) de los cultivares según tratamiento herbicida para aplicación en estadio V2.....	20
6. Altura promedio (cm) de los cultivares según tratamiento herbicida para aplicación en estadio V2 a los 41 dpa.....	21
7. Altura promedio de todos los cultivares según tratamiento herbicida para aplicación en estadio R1.....	24
8. Temperatura media y máxima para los días entorno a la aplicación en estadio R1.....	26
9. Cobertura promedio (cm) de todos los cultivares según tratamiento herbicida medida en estadio R1.....	27
10. N°de granos.m ⁻² para los cultivares estudiados prom. para todos los tratamientos de aplicación tardía.....	28

11. Número de chauchas por planta promedio de todos los cultivares para la aplicación en estadio R1.....	29
12. Número de granos por planta promedio de todos los cultivares para la aplicación en estadio R1.....	29
13. Número de granos.m ⁻² promedio de todos los cultivares para aplicación en estadio R1.....	30
14. Número de chauchas.pl ⁻¹ para el promedio de todos los cultivares según momento de aplicación.....	31
15. Número de granos.m ⁻² para el promedio de todos los cultivares según momento de aplicación.....	31
16. Número de granos.pl ⁻¹ para el promedio de todos los cultivares según momento de aplicación.....	31

1. INTRODUCCION

El manejo de malezas en la producción de soja, actualmente se ha vuelto una práctica simplificada, básicamente reducida a la utilización de Glifosato como consecuencia de la generalización del uso de semilla de soja transgénica resistente a este herbicida.

Sin embargo, el uso excesivo e indiscriminado de Glifosato ha generado nuevos desafíos a nivel de la producción fundamentalmente asociados a la sustentabilidad biológica y económica de los sistemas actualmente adoptados.

Entre otros, esta práctica se ha señalado como la responsable de problemas en el control de algunas malezas que presentan tolerancia a este herbicida. Con el objetivo de solucionar esta problemática se ha derivado en el aumento de dosis y la utilización de nuevos principios activos en sustitución o complementación al Glifosato.

Si bien se han logrado beneficios con estas nuevas estrategias alternativas, debido a que combinan supuestas ventajas en el manejo de enmalezamientos difíciles y también disminuyen la probabilidad de tolerancia y/o resistencia en las mismas, existen dudas respecto a sus efectos sobre el propio cultivo de soja, encontrándose numerosas evidencias en la bibliografía relativas a la existencia de amplia variabilidad en la tolerancia de los cultivares a herbicidas como el Imazetapir, Clorimuron y otros propuestos como alternativas al Glifosato.

Buscando contribuir en la generación de información sobre estrategias alternativas para disminuir el uso del Glifosato y sustentar la utilización de herbicidas alternativos, se propuso este trabajo. El objetivo del presente estudio fue evaluar la tolerancia en 6 cultivares de soja a los herbicidas Glifosato, Imazetapir, Clorimuron, Diclosulam y Cloransulam en 2 momentos de aplicación en el cultivo.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 EL CULTIVO DE SOJA

La soja (*Glycine max*) es una planta anual herbácea, pertenece a la familia Fabacea (leguminosas) y dentro de esta a la subfamilia Papilionoideae y al género *Glycine* Willd. Presenta hojas compuestas trifoliadas, filotaxia alterna, las flores son hermafroditas y autógamas (sin embargo la polinización cruzada es posible) y el fruto es una legumbre. Tiene la característica de que sus raíces realizan simbiosis con bacterias para fijar biológicamente nitrógeno (Gonzalez y Crosa, citados por Blum et al., 2009). Las etapas de desarrollo de soja se dividen en vegetativas (establecimiento y crecimiento) y reproductivas (floración, fructificación y maduración). Para la inducción floral tiene requerimientos de fotoperíodo y de temperatura, pero para las condiciones de Uruguay predominan los requerimientos de fotoperíodo, esto se debe a que los requerimientos de temperatura se logran rápidamente. Las variedades de soja se dividen en grupos de crecimiento determinado e indeterminado, en el primer grupo el crecimiento vegetativo termina a partir de la floración, en cambio las del segundo grupo comienzan a florecer cuando todavía no ha terminado la fase vegetativa (Gonzalez y Crosa, citados por Blum et al., 2009).

2.2 IMPORTANCIA DE LA SOJA EN URUGUAY

La soja se ha expandido vertiginosamente en nuestro país y es el cultivo granífero que actualmente ocupa la mayor área. Para el año agrícola 2009/2010 el área de siembra se situó en poco más de 863 mil hectáreas, lo cual con una producción promedio de 2,105 toneladas por hectárea significó un total de 1 millón 817 mil toneladas (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2010).

Este cultivo aparece con relevancia en el país en el año 1980 y se mantiene hasta 1990. La mayor siembra de esos años se da en 1980, con 40 mil ha. El promedio del período es inferior a 15 mil ha por año. En 1991 desaparece de las estadísticas oficiales, para reaparecer en 1999 (9 mil ha) y comenzar un proceso de expansión rápida e ininterrumpida hasta alcanzar probablemente un millón de ha sembradas en el ejercicio 2010/2011 (Saavedra, 2010).

La soja es señalada como la principal impulsora del proceso de expansión agrícola que se viene dando desde comienzos del nuevo siglo en nuestro país, al igual de lo ocurrido en los demás países del Mercosur. Son diversas las causas que sostienen este proceso de expansión más allá del área

tradicional, siendo las principales: la generalización del uso de cultivos transgénicos y la siembra directa, las medidas de política económica con Argentina, la estandarización de labores que incrementan la competitividad, etc. (Arberleche y Carballo, 2008,2009).

En Uruguay la soja se ha integrado a sistemas de producción agrícola-ganaderos, en donde existen largos períodos ocupados por el forraje, como a sistemas productivos agrícolas puros, donde el paquete tecnológico incluye la soja transgénica RR, la siembra directa y la aplicación de Glifosato (Blum et al., 2008).

2.3 MANEJO DE MALEZAS

En condiciones de campo, hay una serie de factores bióticos y abióticos que actúan en conjunto o por separado afectando las condiciones ideales para el crecimiento del cultivo. Dentro de los factores bióticos, se destacan las malezas que es uno de los factores que provoca mayor interferencia en la producción del cultivo, pudiendo ocasionar reducciones del 90% en rendimiento (Blanco et al., 1973).

Para el control de malezas se utiliza básicamente herbicidas que durante los primeros años de esta segunda etapa se hacía básicamente con Glifosato, y que la constatación de la necesidad de hacer numerosos tratamientos (4 o 5) así como el incremento de especies problemáticas creó la necesidad de ir introduciendo otros herbicidas que ampliaran el espectro de acción, así como que agreguen residualidad. Entre los más usados figuran el Imazetapir, también alguna proporción muy baja del área con Clorimuron y más recientemente asociado al problema de *Conyza bonariensis* hay un importante área tratada con Diclosulam ¹.

La evolución de las importaciones de los herbicidas Imazetapir, Diclosulam y Clorimuron para el periodo 2007–2010 indica un aumento en la participación de estos herbicidas con respecto al total importado. Para el caso de Imazetapir en el año 2007 la participación representó un 0,75 % del total, alcanzando en el año 2010 el 1,2 %. La participación de Diclosulam aumentó de 0,08% a 0,94% comparando el periodo 2007-2010. En el mismo período la participación de Clorimuron disminuyó de 0,3 % a 0,18 %. En el caso de

¹ Fernández, G. 2011. Com. personal.

Glifosato aumentó su participación en un 100 % para el mismo período (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2010).

2.4 HERBICIDAS UTILIZADOS

Según el HRAC (Comité de Acción contra la Resistencia a Herbicidas) cuyo objetivo de clasificación es el modo de acción, la mayoría de los herbicidas utilizados en el presente estudio pertenecen al grupo B.

El modo de acción de este Grupo consiste en la inhibición de la acetolactato sintetasa (ALS) responsable de catalizar la síntesis de tres aminoácidos esenciales: Valina, Leucina e Isoleucina (Kogan y Pérez, 2003).

El único herbicida utilizado que no pertenece al grupo B es el Glifosato que pertenece al grupo G.

Se agregan a continuación las principales características de los herbicidas ensayados extraídas de la Guía Sata y algunas otras fuentes que se detallan cuando corresponde.

2.4.1 Glifosato

Se encuentra dentro de la familia Glicinas, cuyo modo de acción es la inhibición de la EPSP sintetasa, que afecta la producción de aminoácidos aromáticos: triptófano, tirosina y fenilalanina (Rodríguez y Almeida, 2005). Estos aminoácidos son esenciales para la síntesis de proteína, pero también sirven como sustrato para la producción de varios compuestos secundarios de gran importancia para las plantas, tales como las ligninas, las antocianinas y los promotores de crecimiento (Trezzi et al., citados por Pinheiro, 2009). Los mismos autores estiman que más del 35 % de la materia seca de las plantas es responsable de los derivados de la vía metabólica Shiquimato o que el 20 % del carbono fijado por la fotosíntesis sigue por esta ruta metabólica. Es un herbicida total, de acción sistémica utilizado para el control de malezas anuales o perennes, su absorción es foliar y la translocación es principalmente por floema.

Unas de las desventajas que tiene este herbicida es la nula residualidad, 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 de 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 (Vitta, 1990).

2.4.2 Características generales del grupo B

El espectro de acción son hojas anchas y gramíneas, muy variable según principio activo. La absorción es vía foliar y radicular y muy rápida. La translocación es por floema y xilema, acumulándose en meristemas (Kogan y Pérez, 2003).

La selectividad de estos herbicidas se basa en la tasa y/o extensión del metabolismo (desintoxicación) del ingrediente activo de la planta (Brown 1990, Mallipudi y Shaner 1991).

Trezzi y Vidal, citados por Pinheiro (2009), enfatizan que el metabolismo en soja si bien es el mecanismo de tolerancia a los inhibidores de ALS, este proceso es muy diferente entre las especies y varía de forma importante entre los diferentes principios activos. Por ejemplo, el metabolismo de Clorimuron en soja es el resultado de la acción de dos rutas diferentes. En la ruta principal se produce el 75% de la metabolización resultado de la combinación de los anillos Pirimidinas con la molécula Homoglutationa. En la ruta secundaria se produce la deesterificación de la molécula, produciéndose un ácido inactivo que no afecta la ALS.

Roman, citado por Pinheiro (2009), afirma que los diferentes grupos químicos de los herbicidas pueden causar una reducción en el crecimiento de la soja y el temporal amarillamiento de las hojas jóvenes, lo que resulta la falta de uniformidad en la altura de las plantas y como resultado entrenudos cortos.

2.4.2.1 Clorimuron

Pertenece a la familia de las Sulfonilureas, es un herbicida sistémico, selectivo y post emergente para el control de malezas de hoja ancha entre ellas: abrojo grande (*Xanthium cavanillesii*), amor seco (*Bidens pilosa*), visnaga (*Ammi majus*), enredadera (*Ipomoea spp.*), girasol guacho (*Helianthus annuus*), Lamium (*Lamium amplexicaule*), manzanilla (*Anthemis cotula*), mastuerzo (*Coronopus didymus*), mostasilla (*Rapistrum rugosum*), nabo (*Brassica campestris*), verdolaga (*Potulaca oleracea*), yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*), ente otras. En cuanto a la persistencia en el suelo Clorimuron posee buena persistencia, no debe aplicarse en lotes en los que dentro de los 9 meses se prevea la siembra de sorgo, girasol, ya que pueden ser dañados por residuos remanentes del producto (Ledda et al., 2009).

2.4.2.2 Imazetapir

Pertenece a la familia de Imidazolinonas, selectivo de pre y post emergencia con acción residual, controla malezas de hoja ancha y algunas gramíneas: abrojo grande (*Xanthium cavanillesii*), enredadera (*Ipomoea spp.*), nabo (*Brassica campestris*), pasto blanco (*Digitaria sanguinalis*), revienta caballos (*Solanum sisimbrifolium*), capin (*Echinochloa crusgalli*), malva cimarrona (*Polygonum convulvulus*), entre otras.

Imazetapir es un herbicida que tiene buena persistencia en el suelo, en este mismo sentido Williams et al. (2002) recomiendan el tiempo de 540 días (18 meses) entre la aplicación de Imazetapir y la siembra de arroz que no es tolerante a este herbicida.

El mecanismo de disipación principal de las Imidazolinonas de degradación en el suelo es microbiana (Loux y Reese 1993, Flint y Witt 1997). Para el caso de Imazetapir, la disipación ocurre exclusivamente en condiciones aeróbicas (Shaner y O'Connor, 1991). Estos herbicidas también se someten a fotólisis, puede ser relevante en suelos arenosos y húmedos, y no en otros tipos de suelo (Curran et al., 1992). Estos procesos son gobernados por la absorción de moléculas de herbicidas a los coloides del suelo y las condiciones ambientales que favorezcan a los microorganismos. Por ejemplo en suelos con ph bajo ocurre mayor adsorción de los herbicidas y menor biodegradación, ya que la absorción va a determinar cuánto herbicida queda retenido en la matriz del suelo y cuanto quedara disponible en solución para sufrir los diferentes procesos de disipación (Bresnaham et al. 2000, Madani et al. 2003, Fernandes de Oliveira et al. 2004).

2.4.2.3 Diclosulam

Pertenece a la familia Triazolpirimidinas, herbicida selectivo para el control de malezas de hoja ancha y algunas gramíneas que compiten con los cultivos de soja y maíz, es activo en tratamientos de suelo (pre siembra y pre emergencia) y post emergencia. Este herbicida ingresó al Uruguay fundamentalmente para uso en el control de *Conyza bonariensis*. Otras malezas que son controladas son: nabón (*Raphanus sativus*), verdolaga (*Potulaca oleracea*), enredadera (*Ipomoea spp.*), yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*), pasto blanco (*Digitaria sanguinalis*), cebollín (*Cyperus rotundus*), amor seco (*Bidens pilosa*), escoba dura (*Sida spp.*), entre otros. Otorga hasta 45 días de residualidad en el cultivo de soja. Aplicado al suelo su efecto residual permite

controlar los flujos de emergencia de las malezas durante las etapas iniciales del cultivo evitando así el consumo de agua por parte de las mismas.

Según Monteiro, citado por Rodrigues et al. (2010), algunas de las propiedades de este herbicida es su eficiencia a dosis bajas, es específico y baja toxicidad para los organismos no objetivos. Pero también una de las características es su pronta degradabilidad según este autor. En este sentido Zabik et al. (2001), afirma que la degradación de Diclosulam en suelos americanos (Mississippi, North Carolina, Illinois e Georgia) fue rápida, la vida media varió entre 13 y 43 días dependiendo de las localidades estudiadas. Rodrigues et al. (2010) llevó a cabo un trabajo en donde evaluó la degradación de Diclosulam por diferentes bacterias y constató que todas las cepas fueron capaces de utilizar Diclosulam, existiendo variación entre sepa. Los resultados del experimento confirman que Diclosulam es un producto fácilmente degradable.

2.4.2.4 Cloransulam

Se encuentra dentro de la familia Triazolpirimidinas, es un herbicida sistémico, selectivo para el control de hojas anchas, se recomienda la aplicación en tratamientos post emergente temprano. Penetra principalmente por hojas, dirigiéndose hacia los puntos de crecimiento, donde actúa. Entre las malezas que controla se encuentra: abrojo grande (*Xanthium cavanillesii*), amor seco (*Bidens pilosa*), revienta caballos (*Solanum sisimbrifolium*), enredadera (*Ipomoea spp.*), chamico (*Datura feroz*) y otros. En cuanto a la persistencia en el suelo, presenta una vida media corta, degradándose rápidamente y también presenta muy baja movilidad.

2.5 TOLERANCIA DE SOJA A LOS HERBICIDAS

El uso continuado del mismo grupo de herbicidas puede seleccionar determinados biotipos y transformarse en un problema para el sistema de producción. Por esta razón es necesario probar otras opciones que puedan ofrecer un control eficiente y selectivo. Muchas veces la aparición de malezas tiene una gran variabilidad de especies lo que hace difícil el control con el uso de un único herbicida, por esto se busca la asociación de dos o más herbicidas que proporcionen un control más eficiente de estas plantas (Cruz y Leiderman, 1978). Johnson et al. (2002), en el mismo sentido encontró que las fallas en el control de determinadas malezas por el uso de Glifosato, sólo han llevado a los agricultores utilizar mezclas de Glifosato con herbicidas de diferentes mecanismos de acción.

Lich et al. (1997) afirmaron que las mezclas de Glifosato con otros herbicidas han resultado en interacciones sinérgicas y antagónicas. La interacción de los herbicidas se define como antagonistas cuando el control obtenido en combinación es menor que cada uno por separado. En cambio sinergismo se define cuando el control en combinación es mayor que el obtenido por la acción de cada producto individualmente.

Para la utilización de estos nuevos herbicidas es necesario conocer la selectividad del herbicida en los diferentes genotipos de soja resistentes, entendiéndose por selectividad como la acción tóxica de un herbicida sobre diversas especies de plantas cuando se aplica a la misma dosis y bajo las mismas condiciones ambientales (Oliveira Jr. y Constantin, 2001). Cuanto mayor es la diferencia de tolerancia entre el cultivo y maleza a un determinado herbicida, mayor es la seguridad de la aplicación.

Por lo tanto la tolerancia de las malezas a los herbicidas se diferencia de resistencia, porque la tolerancia es una característica innata de la especie para sobrevivir a aplicaciones de herbicidas a la dosis recomendada, que sería letal para otras especies, sin alteraciones en su crecimiento y desarrollo. Por otro lado resistencia se define como la capacidad inherente y heredable de algunos biotipos dentro de una determinada población, de sobrevivir y reproducirse después de la exposición a una dosis de un herbicida que normalmente sería letal para una población normal conocida como susceptible (Christoffoleti y Ovejero, citados por Pinheiro, 2009).

Se sabe que la resistencia de los cultivares de una misma especie de cultivo, incluyendo la soja, puede responder de manera diferente al estrés causado por los herbicidas, debido a diferencias genotípicas (Wax et al., Beltrão et al., Cunha et al., Friesen et al., Martin et al., Buzzell y Hamill, Weese et al., Eberlein et al., Sander y Barrett, citados por Célio et al., 2000). En un trabajo realizado por Johnson (2002) la mayoría de las reducciones de rendimiento causadas por herbicidas ocurrió en el cultivar RT-386. RT-386 fue el cultivar que alcanzó primero la madurez, por tanto, tenía la menor cantidad de tiempo entre siembra y floración para recuperar potencial desde la aplicación.

También existen otros factores que pueden hacer que las plantas puedan presentar diferente susceptibilidad al daño de herbicidas cuando falta humedad u están presentes factores estresantes, que cuando no están estresadas (Gerber et al. 1983, Reynolds et al. 1988).

Procopio et al. (2007) por su parte no detectó diferencias entre los tratamientos en relación al rendimiento en granos, lo que demuestra que la

interferencia causada por la presencia de malezas controladas o parcialmente controladas por los tratamientos herbicidas no fue suficiente para afectar la productividad, la baja densidad de malezas asociados con un rápido y vigoroso crecimiento de las plantas de soja puede ser la razón de la no ocurrencia de diferencias entre los tratamientos en cuanto a la productividad de granos.

2.5.1 Imazetapir

Rezende (1995), estudiando la eficacia y selectividad del herbicida Imazetapir en el cultivo de soja, obtuvo buenos resultados de control con dosis a partir de 75 gr/ha cuando las malezas presentaron 2 o tres hojas y en la etapa más avanzada con cuatro a seis hojas, con dosis de 100 a 125 gr/ha. El herbicida causó intoxicación inicial con mayores dosis con la posterior recuperación de las plantas.

Un trabajo realizado por Procopio et al. (2007) relevó que la aplicación de Glifosato en dosis de 480, 960 y 1440 gr. eq. ac/ha no causa intoxicación, no redujo la altura ni la biomasa acumulada en plantas de soja transgénica. Sin embargo la asociación de Glifosato con Imazetapir redujo la altura y la biomasa acumulada en la parte aérea.

Según los resultados del experimento realizado por Procopio et al. (2007), no se observaron síntomas de intoxicación en plantas de soja RR causados por la sola aplicación de Glifosato a los 28 días post emergencia, sin tener en cuenta la dosis utilizada. En el mismo experimento Procopio et al. (2007) evaluó de forma visual la intoxicación en soja RR utilizando una escala visual de 0 a 100, en la que 0 representa ausencia de síntomas y 100 muerte de planta. La evaluación se realizó a los 13 días post-aplicación (aplicación V2), encontrándose que la adición de 100 gr/ha de Imazetapir al Glifosato en cualquier dosis de prueba causó intoxicación en las plantas de soja.

Procopio et al. (2007), constató disminución de la intensidad de los síntomas ocasionados por la aplicación de herbicidas en plantas de soja a los 25 días post aplicación en todos los tratamientos (solo Glifosato, Glifosato con Clorimuron, Glifosato con Imazetapir, evaluados todos a distintas dosis) a excepción de la aplicación de 50 gr/ha de Imazetapir en mezcla con 960 o 1440 gr.eq.ac./ha Glifosato. A su vez este autor constató que la adición de Imazetapir a Glifosato en aplicación en soja en post emergencia tiene un mayor riesgo de promover fitotoxicidad en comparación con la adición de Clorimuron. Todos los tratamientos que contenían el herbicida Imazetapir promovieron la reducción de altura y materia seca de la parte aérea de las plantas de soja.

Krausz y Young (2001), constataron que la aplicación con el herbicida Imazetapir atrasó el ciclo del cultivo de soja.

Algunos estudios indican que no aumenta el crecimiento ni el rendimiento en tratamientos con Imazetapir en el cultivo de soja (Krausz et al., 1992).

Adcock y Banks (1991), no detectaron diferencias en el crecimiento ni en el rendimiento en soja tratada con Imazetapir. Por otra parte Scarponi et al., citados por Papiernik et al. (2003), evaluando el efecto de Imazetapir en soja, si bien encontraron aumento en el peso fresco de los brotes y raíces horas después de la aplicación del herbicida, hubo una disminución en la materia seca. Estos resultados estarían indicando aumentos en la concentración de agua en plantas por efecto del tratamiento con Imazetapir.

Según Shaw et al. (1991), Newsom y Shaw (1994), destacan que la soja tratada con Imidazolinonas presentan síntomas típicos tales como la disminución en el tamaño de plantas y biomasa total, presentando en algunos casos disminución de los rendimientos.

Las diferentes respuestas a las aplicaciones según estos mismos autores puede deberse a que los cultivares de soja muestran diferentes grados de tolerancia a los herbicidas de la familia Imidazolinonas (Shaw et al. 1991, Newsom y Shaw 1994). También se han citado cambios morfológicos en la hoja resultando más elongadas y angostas (Papiernik et al., citados por Durán y Haedo, 2007), reducción de la altura resultando en menor número de nudos en el tallo principal (Papa et al., Papiernik et al., citados por Durán y Haedo, 2007).

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 muestreo 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.

Corrigan y Harvey (2000), realizaron un experimento en el que se evaluaba distintos tratamientos herbicidas que consistían en dos dosis de Glifosato (420 y 630 gr.ea./ha) combinados con tres herbicidas residuales (Clorimuron + Thifensulfuron e Imazetapir) y aplicados en dos momentos (post emergencia temprana y tardía), los resultados indicaron que los daños en soja no excedieron el 5 %, excepto cuando la mezcla fue con Imazetapir en

aplicaciones realizadas en la post emergencia tardía, los cuales fueron entre 10 y 13 %.

Krausz y Young (2001), observaron que al aplicar Imazetapir en la post emergencia alargó el ciclo de la soja RR en 2 de los 3 años ensayados. Además observaron una disminución en la altura de 35 a 37 %, pero el rendimiento no fue afectado.

2.5.2 Clorimuron

Los cultivos de soja muestran diferente susceptibilidad a Clorimuron aplicado ya sea antes de la siembra o post-emergencia (Newsom y Shaw 1992, Mian et al. 1997).

En el mismo trabajo citado para Imazetapir por Procopio et al. (2007), en el cual se evaluó la combinación de 10 gr/ha de Clorimuron con 1440 gr.eq.ac/ha de Glifosato provocaron los mayores niveles de daño en las plantas de soja llegando a niveles superiores al 30 %.

Vidrine et al. (2002), encontraron valores de intoxicación visual en plantas de soja provocado por la aplicación de mezclas de Clorimuron con Glifosato variando de 6 % a poco mas de 30 %. Ellis y Griffin (2003), observaron 13 % de intoxicación en plantas de soja después de la aplicación de Clorimuron (6,7 gr/ha) con Glifosato (1120 gr.eq.ac./ha).

Procopio et al. (2007), constató que todos los tratamientos que poseían el herbicida Clorimuron no provocaron disminuciones en altura medidas a los 41 días post aplicación y en materia seca de la parte aérea de las plantas de soja.

Vidrine et al. (2002), verificaron un aumento en el control de malezas promovido por la adición de Clorimuron al Glifosato que no refleja un aumento en la productividad.

Hay estudios que indican que no aumenta el crecimiento ni el rendimiento en tratamientos con Clorimuron en el cultivo de soja (Krausz et al., 1992).

Estudios de fitotoxicidad en soja causados por herbicidas Clorimuron e Imidazolinonas mostraron disminuciones en la altura de plantas y en la acumulación de biomasa, resultando pérdidas de rendimiento (Newsom y Shaw, 1992).

2.5.3 Diclosulam

Neto et al. (2009) obtuvo resultados que la aplicación de Glifosato en mezcla con Diclosulam no tuvo efectos fitotóxicos en cuanto a los parámetros evaluados: altura de la primera inserción de la vaina, el número de vainas por planta, la altura de las plantas, el número de plantas y la producción de grano de soja.

2.5.4 Cloransulam

La aplicación de Glifosato en mezcla con Cloransulam-methyl no tuvo efectos fitotóxicos en cuanto a la altura de la primera inserción de la vaina, el número de vainas por planta, la altura de las plantas, el número de plantas y la producción de grano de soja (Neto et al., 2009).

Johnson et al. (2002), detectó que las lesiones en las hojas producidas por Cloransulam eran bajas y se presentaban ocasionalmente bajas reducciones en el crecimiento. En el mismo trabajo se detectaron reducciones de LAI (índice de área foliar), con la aplicación de Cloransulam en uno de los cultivares evaluados, el RT-446N, pero ningún tratamiento reduce la LAI del cultivar 5 WAP.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION Y DESCRIPCION GENERAL DEL EXPERIMENTO

El experimento se instaló en el verano del 2010 en el potrero que pertenece al campo experimental de la Estación Experimental Mario A. Casinonni, en Paysandú - Uruguay.

Los suelos del área corresponden a la Unidad San Manuel, Formación Fray Bentos predominantemente Brunosoles Eutricos Típicos y Solonetz Melánicos según la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay 1:1000000 (URUGUAY. MAP, 1976).

3.2 TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento consistió en la evaluación para cada uno de los 6 cultivares de soja estudiados con combinaciones de 5 tratamientos herbicidas, en 2 momentos de aplicación. Los tratamientos se detallan en el cuadro a continuación.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Combinaciones	Tratamientos	Producto comercial	Dosis (gr.ia/ha)	Momento
1	1	Clorimuron (25%) y Panzer Gold (48%)	12,5 y 1440	V2
2	1	Clorimuron (25%) y Panzer Gold (48%)	25 y 1440	V2
3	3	Imazetapir Caliester (70%) y Panzer Gold (48%)	90 y 1440	V2
4	3	Imazetapir Caliester (70%) y Panzer Gold (48%)	180 y 1440	V2
5	5	Spider (84%) y Panzer Gold (48%)	21 y 1440	V2
6	5	Spider (84%) y Panzer Gold (48%)	42 y 1440	V2
7	7	Pacto (84%) y Panzer Gold (48%)	33,6 y 1440	V2
8	7	Pacto (84%) y Panzer Gold (48%)	67,2 y 1440	V2
9	9	Panzer Gold (48%)	1440	V2
10	1	Clorimuron (25%) y Panzer Gold (48%)	12,5 y 1440	R1
11	1	Clorimuron (25%) y Panzer Gold (48%)	25 y 1440	R1
12	3	Imazetapir Caliester (70%) y Panzer Gold (48%)	90 y 1440	R1
13	3	Imazetapir Caliester (70%) y Panzer Gold (48%)	180 y 1440	R1
14	7	Pacto (84%) y Panzer Gold (48%)	33,6 y 1440	R1
15	7	Pacto (84%) y Panzer Gold (48%)	67,2 y 1440	R1
16	9	Panzer Gold (48%)	1440	R1

A continuación se presenta un cuadro con el detalle de los cultivares estudiados, sus principales características y también la población a la que fueron sembrados.

Cuadro 2. Características de los cultivares utilizados

Cultivar	GM	Tipo de crecimiento	Ciclo (días)	Altura planta (cm)	Tipo de planta	Población utilizada (pl/m ²)
Nidera 5009	5	Indeterminado	151	100	Compacta - ramificada	45
Don Mario 5.9	5	Indeterminado	125	105	Muy ramificada	35
Nidera 6126	6	Determinado	166	106	Intermedia - ramificada	35
Don Mario 6.2	6	Indeterminado	131	130	Ramificación media	35
Nidera 6411	6	Determinado	167	105	Compacta - muy ramificada	35
Don Mario 7.0	7	Indeterminado	149	108	Muy alta ramificación	25

Los tratamientos y sus repeticiones tuvieron en el campo la disposición que se muestra en el croquis siguiente.

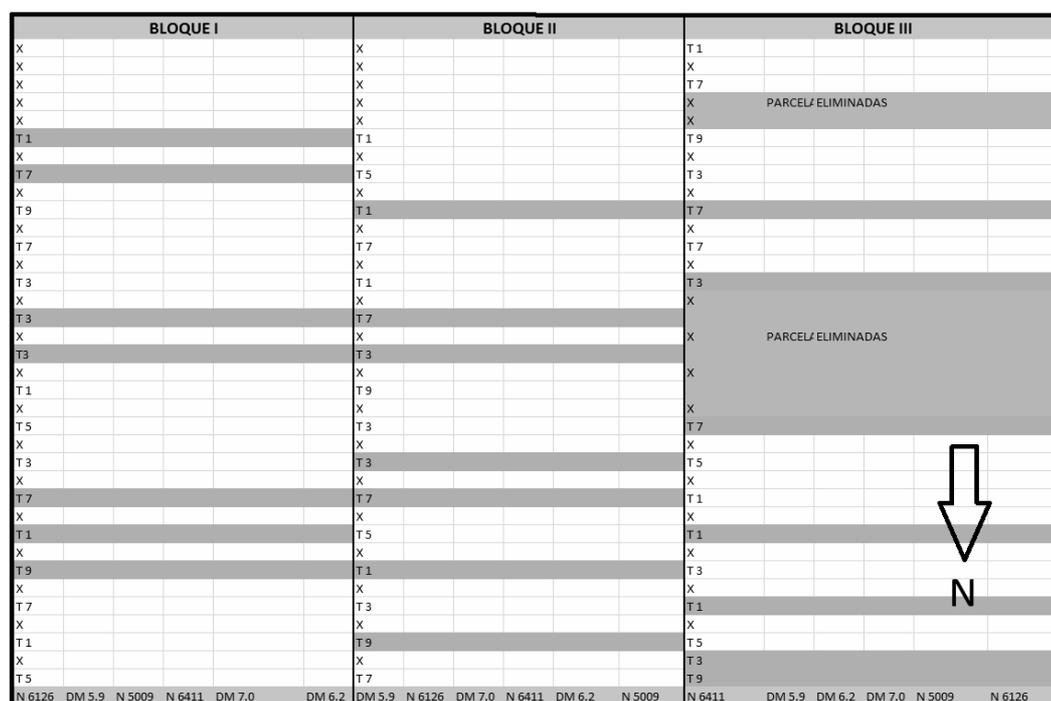


Figura 1. Croquis del experimento

El diseño experimental utilizado fue de bloques divididos con 3 repeticiones. El tamaño de parcela fue de un ancho de 2 m (5 surcos) y un largo de 2 m.

3.3 INSTALACION

Los cultivares de soja fueron sembrados con una sembradora Semeato de siembra directa de cinco líneas. La cultivares fueron sembrados de primera el día 13 de noviembre a una población que varió según el grado de madurez con una distancia entre hilera de 50 cm.

Se realizaron aplicaciones en dos momentos, el primero fue en V2 el día 16 de diciembre de 2010 con los herbicidas Clorimuron, Imazetapir, Diclosulam y Cloransulam, todos los tratamientos a la dosis recomendada y a la doble dosis, siempre en mezclas con Glifosato. El segundo momento fue realizado en R1 el día 28 de enero de 2011 con los mismos herbicidas que en V2 en mezcla con Glifosato, a las mismas dosis, con la salvedad que no se utilizó Diclosulam.

Para todos los tratamientos se utilizó un equipo experimental de presión constante con fuente de CO₂ con ancho operativo de 2 m, la presión de trabajo fue de 2 bares y el agua utilizada desionizada para evitar interferencia con los herbicidas.

3.4 DETERMINACIONES

3.4.1 Determinaciones de campo

En la etapa de campo se realizaron tres determinaciones de altura, dos se realizaron para la aplicación en V2 (primer hoja trifoliada totalmente expandida) y una para la aplicación en R1 (inicio de floración, una flor abierta en cualquier nudo del tallo principal). La primera determinación de altura se relevó el día 23 de diciembre de 2010 (7 dpa), en estos tratamientos se tomaron dos medidas por parcela. La segunda determinación de altura se realizó el día 26 de enero de 2011 (41 dpa), tomándose tres medidas por parcela. Para la aplicación en R1 se realizaron dos determinaciones, la primera para altura el día 4 de febrero de 2011 (7 dpa) y la segunda para cobertura a la misma fecha, en esta instancia se tomaron cinco medidas por parcela. La determinación de cobertura consistió en tomar cinco medidas de distancia entre plantas de las hojas superiores de modo de poder evaluar las diferencias de cobertura ocasionada por los diferentes tratamientos herbicidas.

La última determinación realizada a nivel de campo fue el número de plantas cosechadas en R8 (maduración completa), en una superficie de 0,75 m² por parcela. La cosecha se realizó manualmente seleccionando las plantas que estaban en competencia perfecta, para esto no se cosechó las plantas de los

surcos del borde de las parcelas, se tuvo en cuenta el nivel de enmalezamiento y uniformidad de plantas.

3.4.2 Determinaciones de laboratorio

Se realizaron determinaciones en los componentes de rendimiento. Debido a que en el estadio reproductivo existió un ataque de chinches (*Piezodorus guildini*, *Nezara viridula*, etc.) que afectó seriamente al cultivo, se descartó la estimación directa del rendimiento ya que el ataque de la plaga puede afectar diferencialmente a los cultivares o parcelas.

La primera determinación realizada fue el número de chauchas totales, discriminando las chauchas llenas y vanas. La segunda determinación consistió en el conteo del número de granos, tomándose cuatro muestras de 25 chauchas seleccionadas al azar. A partir de la obtención de estos datos se estimaron los componentes de rendimiento.

3.5 ANALISIS ESTADISTICO Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Se realizaron análisis de varianza con test de diferencias de medias según Tukey cuando fue necesario. se realizaron contrastes ortogonales para responder hipótesis básicas planteadas.

3.6 CONDICIONES CLIMATICAS DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL

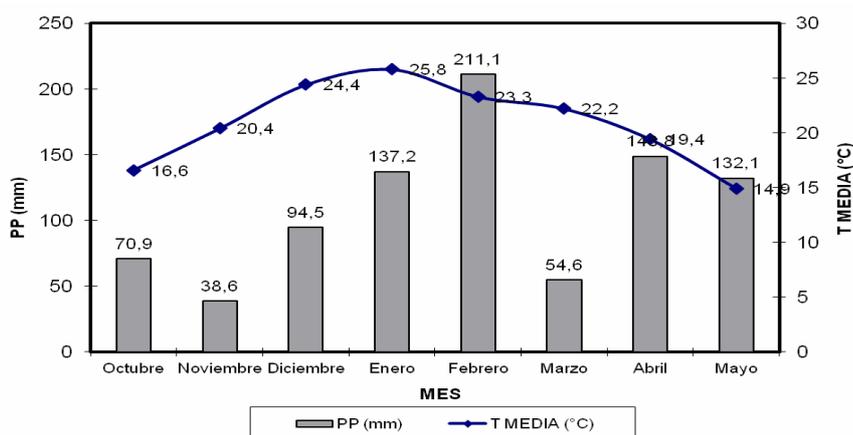


Figura 2. Temperatura media y precipitaciones durante el período experimental

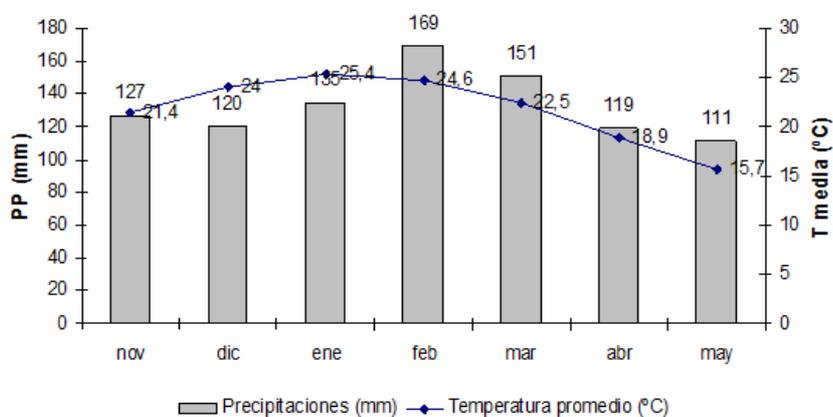


Figura 3. Precipitaciones mensuales y temperatura promedio diaria de la serie histórica de datos climáticos (1961-2010)

Comparando ambas figuras puede verse que existe una notoria diferencia en cuanto a las precipitaciones acumuladas por mes durante el período experimental en comparación con la serie histórica 1961-2010.

Estos datos reflejan que el experimento en términos generales no se vio afectado, si bien las precipitaciones en las etapas tempranas del ciclo del cultivo estuvieron por debajo de la serie histórica.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis estadístico señaló un marcado efecto del momento de aplicación de los tratamientos y por tanto se presentan y discuten los resultados obtenidos para las aplicaciones tempranas (M1), en el estado V2 de soja y tardíos, en el estado R1 de soja (M2) agrupando los comentarios para los efectos sobre el crecimiento y sobre los componentes del rendimiento separadamente.

Como ítem final se presenta una discusión del efecto momento en el crecimiento y rendimiento de los cultivares estudiados.

4.1 TRATAMIENTOS TEMPRANOS

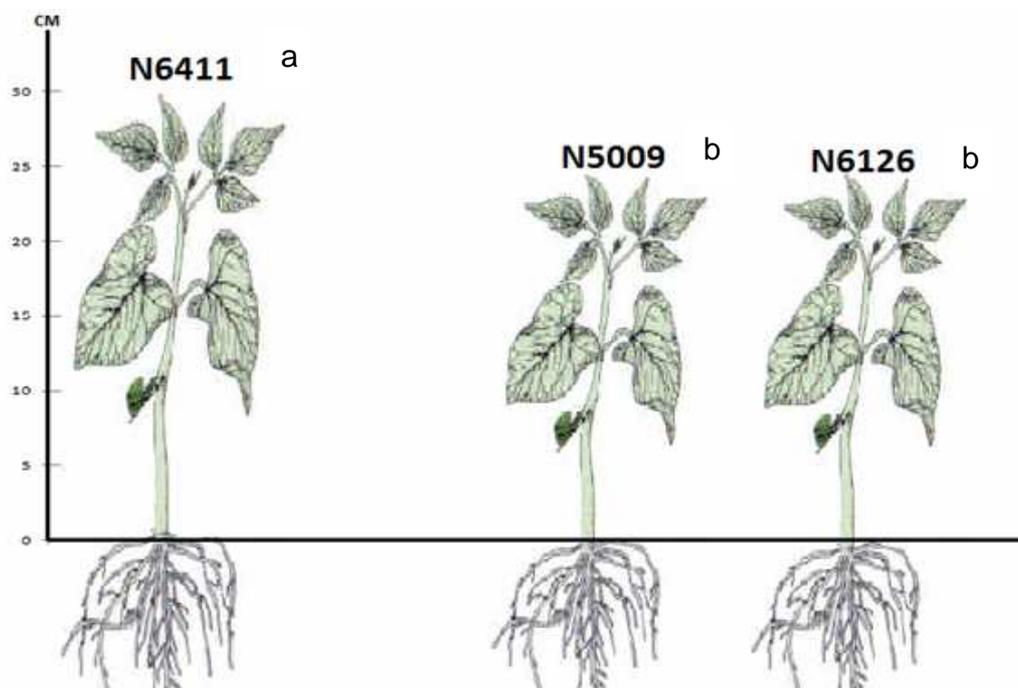
No se encontraron diferencias significativas en cuanto a las dosis utilizadas en el experimento, por lo que se discute el efecto de los tratamientos para el promedio de las dosis simple y doble ensayadas.

4.1.1 Efecto de los tratamientos en el crecimiento de los cultivares

En el análisis de la primera determinación de altura, realizada a los 42 dps se detectó efecto de los tratamientos herbicidas y de los cultivares y no resultó significativa la interacción tratamiento herbicida*cultivar pudiendo concluirse que los tratamientos herbicidas afectaron por igual a todos cultivares.

El efecto cultivar no llama la atención. El cultivar N6411, que resultara el cultivar con la mayor altura en el experimento, es destacado en la bibliografía como un cultivar alto y tal como figura en el Cuadro 1 que se presentara en Materiales y Métodos el más alto de los que ensayamos.

En el presente estudio resultó con igual altura a DM7.0; DM6.2; DM5.9 y se diferenció de los cultivares N5009 y N6126 (Figura 4).

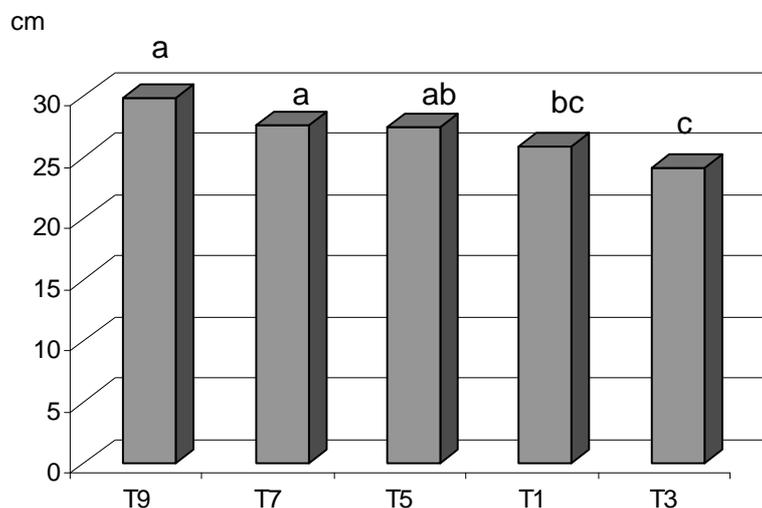


s con igual letra no difieren estadísticamente ($P < 0.10$)

Media

Figura 4. Altura promedio de los cultivares a los 42 dps.

En relación a los tratamientos herbicidas, la mezcla de G+Imazetapir (Glifosato con Imazetapir) afectó todos los cultivares determinando una reducción promedio de 19 % respecto a Glifosato, tratamiento que ofició de testigo y en el que se observaron las mayores alturas de plantas (Figura 5).



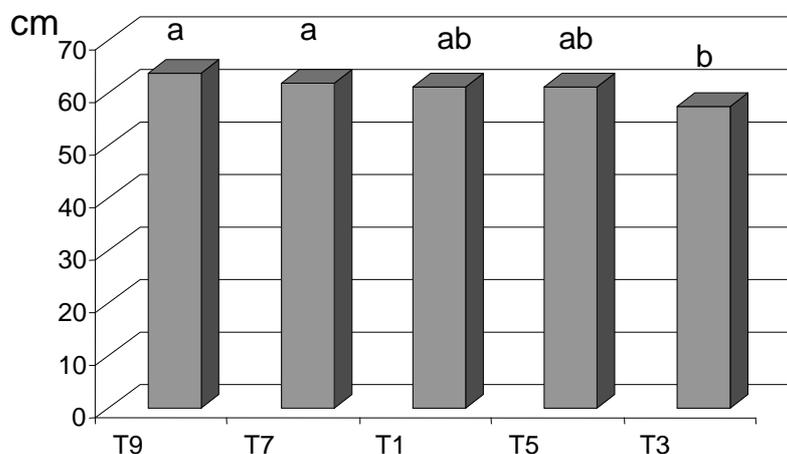
T9= Glifosato , T7= Glifosato+ Cloransulam, T5= Glifosato+Diclosulam, T1= Glifosato+Clorimuron, T3= Glifosato+Imazetapir
Medias con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.10)

Figura 5. Altura promedio (cm) de los cultivares según tratamiento herbicida (promedio de las 2 dosis estudiadas) para la aplicación en estadio V2.

También G+Clorimuron determinó alturas significativamente menores que Glifosato (13 %) mientras que G+Cloransulam y G+Diclosulam sin diferenciarse del testigo ni de G+Clorimuron presentaron mayores alturas que G+Imazetapir.

Considerando que los efectos en la altura pueden reflejar la susceptibilidad de los cultivares a los herbicidas, estos resultados estarían indicando una posible menor tolerancia a la mezcla de G+Clorimuron e G+Imazetapir y ningún efecto de los herbicidas G+Cloransulam y G+Diclosulam. Las tendencias observadas en el presente estudio muestran concordancia con la información relevada en la bibliografía.

En la segunda estimación de altura realizada a los 73 dps, pasados 41 días de la aplicación, sólo G+Imazetapir se diferenció del tratamiento con Glifosato, mostrando los restantes tratamientos un comportamiento intermedio (Figura 6).



T9= Glifosato , T7= Glifosato+ Cloransulam, T5= Glifosato+Diclosulam, T1= Glifosato+Clorimuron, T3= Glifosato+Imazetapir
Medias con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.10)

Figura 6. Altura promedio (cm) de los cultivares según tratamiento herbicida (promedio de las 2 dosis estudiadas) para aplicación en estadio V2 a los 41 dpa.

De esta forma podría considerarse que continúan existiendo efectos en el crecimiento en el caso de la mezcla G+Imazetapir mientras que el efecto de G+Clorimuron resultó transitorio observándose recuperación al momento de la segunda determinación.

Resultados similares a los del presente estudio fueron obtenidos por Procopio et al. (2007). Este autor determinó reducciones significativas tanto en la altura como en la biomasa acumulada en la parte aérea de soja a los 41 días post aplicación con Imazetapir en mezcla con Glifosato, sin importar la dosis utilizada, mientras que en los tratamientos con G+Clorimuron no se observaron reducciones de altura ni en la biomasa acumulada. Según comenta el autor, la aplicación de Glifosato con Clorimuron a los 13 días post aplicación determinó síntomas de intoxicación en las plantas de soja RR, pero en la segunda medición a los 25 días post aplicación, no se observaron más síntomas existiendo una efectiva recuperación de las plantas.

Importa destacar, tal como se comentó inicialmente que no fue posible demostrar efecto diferencial de las mezclas herbicidas ensayadas sobre los cultivares. Tanto los efectos de G+Clorimuron y de G+Imazetapir en la primera

evaluación como los de G+Imazetapir en la segunda fueron observados en todos los cultivares.

4.1.2 Efecto de los tratamientos en los componentes de rendimiento de los cultivares

El análisis estadístico detectó efecto del cultivar en las variables número de chauchas por planta, número de granos por chaucha y número de granos por planta. Sólo en la variable número de granos m^{-2} se detectaron efectos del cultivar, del tratamiento herbicida y de la interacción.

Considerando el resultado obtenido para la interacción y la imposibilidad de concluir en forma promedio para los cultivares y/o tratamientos herbicidas se presenta a continuación un cuadro con el resultado de todos los tratamientos estudiados en la aplicación temprana.

Cuadro 3. Número de granos. m^{-2} de los cultivares según tratamiento herbicida (promedio de las 2 dosis estudiadas) para aplicación en estadio V2

	T 1	T 3	T 5	T 7	T 9
Cultivar	n°granos. m^{-2}				
N6126	2738,69 abcd	2738,4 abcd	2962,08 a	2444,26 abcdef	2789,8 abc
N6411	1993,9 bcdef	1834,45 f	1941,54 def	1987,6 cdef	1883,29 ef
N5009	2741,55 abcd	2588,78 abcdef	2138,92 bcdef	2647,29 abcde	2491,18 abcdef
DM.7.0	2488,07 abcdef	2277,4 abcdef	1875,3 ef	2107,9 bcdef	2194,13 abcdef
DM.5.9	2800,87 ab	2586,8 abcdef	2371,26 abcdef	2177,6 abcdef	2477,52 abcdef
DM.6.2	2367,44 abcdef	2532,14 abcdef	2604,09 abcdef	2364,44 abcdef	2039,5 bcdef

T9= Glifosato , T7= Glifosato+ Cloransulam, T5= Glifosato+Diclosulam, T1= Glifosato+Clorimuron, T3= Glifosato+Imazetapir
Medias con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.10)

Los resultados obtenidos muestran que si bien se detectó efecto significativo de los tratamientos para el promedio de los cultivares el análisis de los cultivares por separado permite concluir que no existió efecto del herbicida utilizado en este componente del rendimiento en ninguno de los cultivares tal

como se observa en el Cuadro 3. Cualquiera de los tratamientos herbicidas estudiados permite el logro de similares rendimientos en todos los cultivares ensayados.

Este no era el resultado esperado. Existe abundante evidencia en la bibliografía relativa a la presencia de variabilidad genotípica en cuanto a tolerancia a herbicidas en cultivares de soja. Numerosos trabajos comprueban que los cultivares de soja pueden responder de manera muy diferente al estrés causado por herbicidas, debido a diferencias genotípicas (Wax et al., Beltrão et al., Cunha et al., Friesen et al., Martin et al., Buzzell y Hamill, Weese et al., Eberlein et al., Sander y Barrett, citados por Célio et al., 2000).

Importa recordar que los tratamientos herbicidas sobre los que se está comentando fueron aplicados muy tempranamente, al estado de V2. En la misma bibliografía a la que se hiciera referencia se destaca que en general existe recuperación efectiva de los efectos de fitotoxicidad inicial en aplicaciones tempranas que resulta en ausencia de repercusiones en el rendimiento final (Kelley et al., 2005).

En cuanto a la interacción detectada puede verse que en el tratamiento herbicida 3 (G+Imazetapir) y en el tratamiento herbicida 9 (Glifosato), el rendimiento en grano m^{-2} del cultivar N6411 fue el más bajo en termino de valor absoluto y significativamente diferente sólo del cultivar N6126 que es el que presenta mayor número de granos. En el tratamiento 5 (G+Diclosulam), a diferencia del tratamiento 3 muestra una mayor disminución en el número de granos ya que el cultivar N6411 como el N5009 y el DM7.0 difieren del cultivar N6126. Para los tratamientos 1 (G+Clorimuron) y 7 (G+Cloransulam) el número de granos no se vio afectado significativamente, no encontrándose diferencia entre cultivares.

Estos resultados están indicando una tendencia de efecto de la mezcla G+Diclosulam en los cultivares N6411, N5009 y DM7.0 que no se había observado en el crecimiento. Si bien puede considerarse que el bajo rendimiento del cultivar N6411 puede tener mucha relación con el pobre comportamiento de este cultivar en el experimento, los resultados en el caso del cultivar N5009 y fundamentalmente el cultivar DM7.0 llaman la atención y están señalando la necesidad de continuar estudios de la mezcla herbicida en cuestión en esos cultivares.

Observando los resultados en el Cuadro 3 puede verse que el cultivar DM7.0 tuvo un muy buen comportamiento promedio en todos tratamientos herbicidas exceptuando el tratamiento con G+Diclosulam. En los restantes

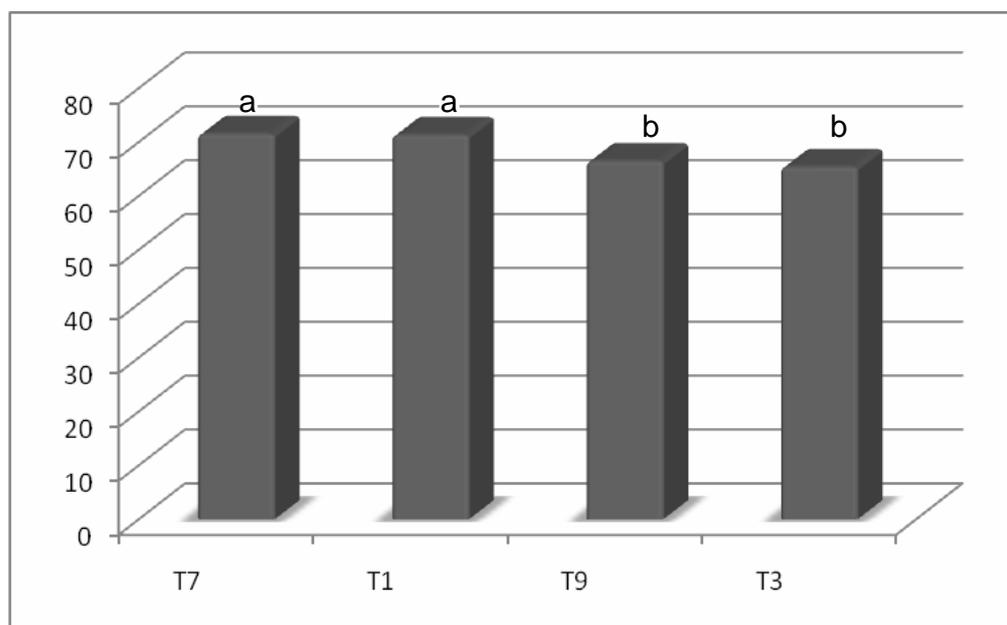
tratamientos herbicidas tuvo un rendimiento muy similar al cultivar N6126 que fue prácticamente el de mejor rendimiento en todos los casos.

4.2 TRATAMIENTOS TARDIOS

Igual que en el caso de los tratamientos de aplicación temprana y siendo que el análisis estadístico realizado no detectó efecto significativo para dosis, se discute el efecto de los tratamientos para el promedio de las dosis ensayadas.

4.2.1 Efecto de los tratamientos en el crecimiento de los cultivares

Las aplicaciones tardías realizadas en R1 mostraron similar tendencia que las aplicaciones tempranas, resultando también G+Imazetapir la mezcla herbicida que determinara la menor altura a la semana pos-aplicación.



T9= Glifosato , T7= Glifosato+ Cloransulam, T1= Glifosato+Clorimuron, T3= Glifosato+Imazetapir
Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($P < 0.10$)

Figura 7. Altura promedio de todos los cultivares según tratamiento herbicida (promedio de las 2 dosis estudiadas) para aplicación en estadio R1

Como se observa en la gráfica, también en el caso de esta aplicación tardía se observó efecto de detención del crecimiento con G+Imazetapir.

Como importante diferencia aparece un efecto con la aplicación de solo Glifosato, tratamiento en el cual la altura de plantas mostró similitud a la estimada con G+Imazetapir, resultando así la altura en ambos tratamientos significativamente más baja que la que se determinara en los tratamientos con G+Cloransulam y/o G+Clorimuron.

Pese a que los cultivares evaluados son resistentes a las aplicaciones de Glifosato, estudios recientes han demostrado que existen circunstancias en general asociadas a la ocurrencia de altas temperaturas en las que las aplicaciones de Glifosato pueden determinar clorosis en las hojas nuevas y detecciones transitorias de crecimiento. Cabe aclarar que en el presente estudio no se observaron efectos de clorosis, y tampoco se realizaron determinaciones adicionales que pudieran corroborar un posible daño de Glifosato en los cultivares.

En la bibliografía existen numerosas explicaciones de este efecto del Glifosato, una de las causas de estos síntomas en cultivos RR de soja se puede atribuir a la inmovilización de cationes bivalentes, tales como el Fe y Mn (Huber, Bott et al., citados por Zobiolo et al., 2010). Una menor disponibilidad de estos cationes se debe a que el Glifosato siendo un ácido fosfónico y un "quelatador" de cationes metálicos (Kabachnik et al., citados por Zobiolo et al., 2010) podría formar quelatos con cationes divalentes y trivalentes.

Otra causa de estos síntomas es atribuido a la acumulación del primer metabolito de Glifosato, conocido como AMPA (ácido aminometilfosfónico), es fitotóxico y es responsable de la disminución de la biomasa seca de tallo, la raíz y el contenido de clorofila (Reddy et al., King et al., Zablotowicz y Reddy, citados por Zobiolo et al., 2010).

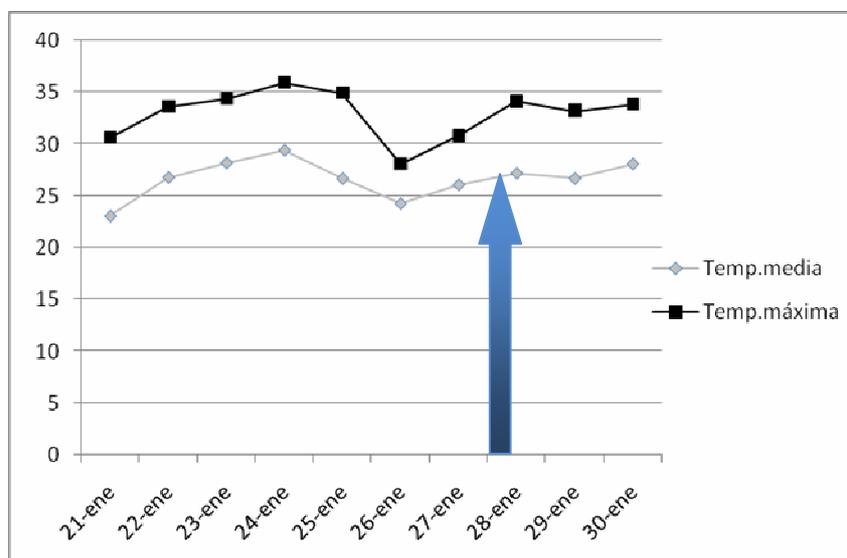
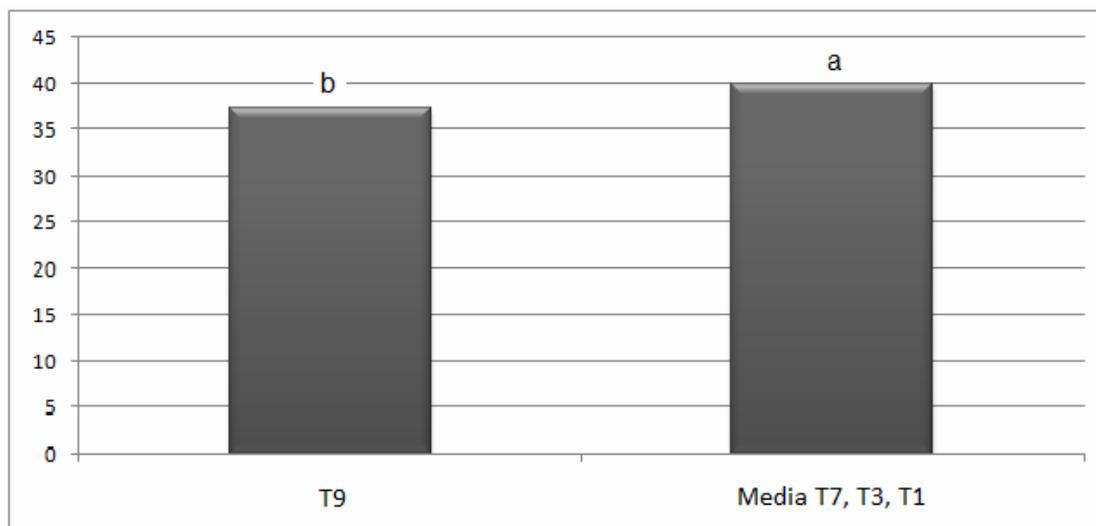


Figura 8. Temperatura media y máxima para los días entorno a la aplicación en estadio R1

Una tercera causa que explica la fitotoxicidad del Glifosato en soja RR es que a 35°C Glifosato puede aumentar la translocación hacia las hojas que se encuentran en la parte superior (Pline et al., 1999).

En la determinación de cobertura que se realizó el mismo día que la estimación de altura, también se detectó efecto del tratamiento. Aún cuando el test de Tukey no logró diferenciar entre tratamientos el contraste estudiado (Glifosato vs. el promedio de los restantes tratamientos) resultó significativo ($P=0.03$) y señaló menor altura en el tratamiento de solo Glifosato, corroborando la tendencia observada en la primera estimación de crecimiento.



T9= Glifosato , T7= Glifosato+ Cloransulam, T1= Glifosato+Clorimuron, T3= Glifosato+Imazetapir
 Medias con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.10)

Figura 9. Cobertura promedio (cm) de todos los cultivares según tratamiento herbicida (promedio de las 2 dosis estudiadas) medida en estadio R1

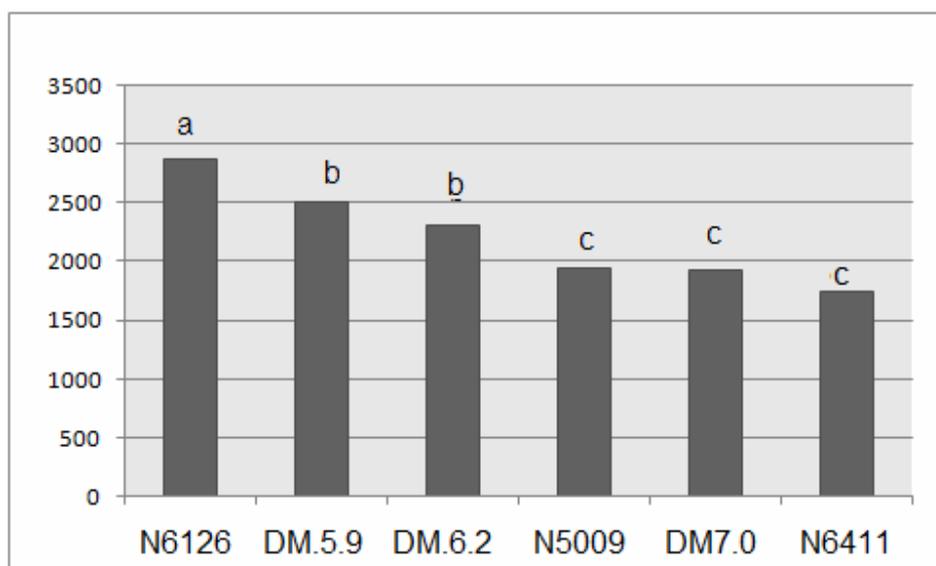
Lo que resulta difícil explicar en el caso del presente experimento es la razón por la que glifosato pudiera haber determinado alguna sintomatología de daño cuando fue aplicado sólo y no cuando fue mezclado con Clorimuron o Cloransulam. Tal como se estimó parecería que el daño disminuye o desaparece cuando el glifosato se mezcla con estos herbicidas lo cual hace referencia a una interacción difícil de explicar y de la que no encontramos referencias en la bibliografía.

4.2.2 Efecto de los tratamientos en los componentes de rendimiento de los cultivares

En el caso de estos tratamientos de aplicación tardía el análisis estadístico detectó efectos en un mayor número de variables. Hubo efecto del tratamiento herbicida y del cultivar en todas las variables estimadas, exceptuando el No. de granos/chaucha en el que no se detectó efecto de tratamiento herbicida. Para el componente número de granos por chaucha, al igual que para la aplicación en V2, se detectó diferencias solo entre cultivares lo cual resultó lo esperable ya que se trata de un parámetro determinado genéticamente, no presentando grandes variaciones dentro de cada cultivar.

En ningún caso la interacción tratamiento herbicida x cultivar fue significativa.

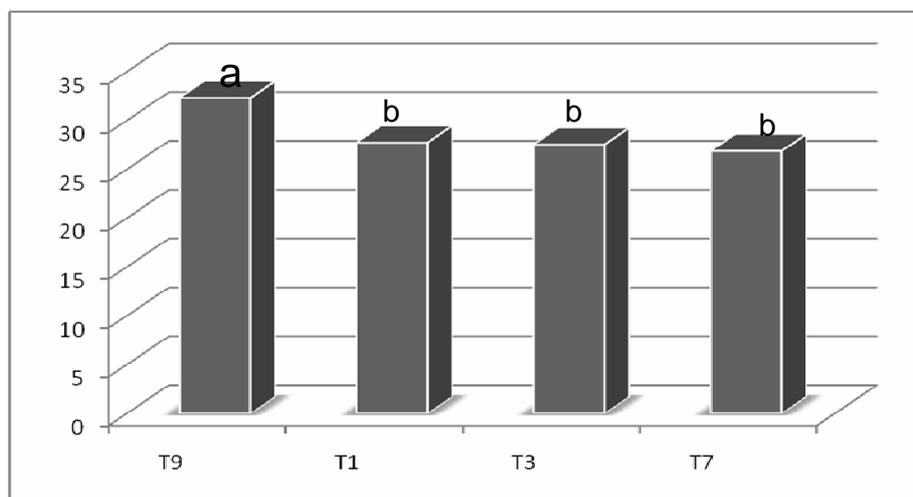
El cultivar N6126 fue el cultivar con el mayor número de granos por área, los cultivares DM5.9 y DM6.2 tuvieron valores intermedios y los cultivares N5009, DM7.0 y N6411 los menores valores (Figura 10).



Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($P < 0.10$).

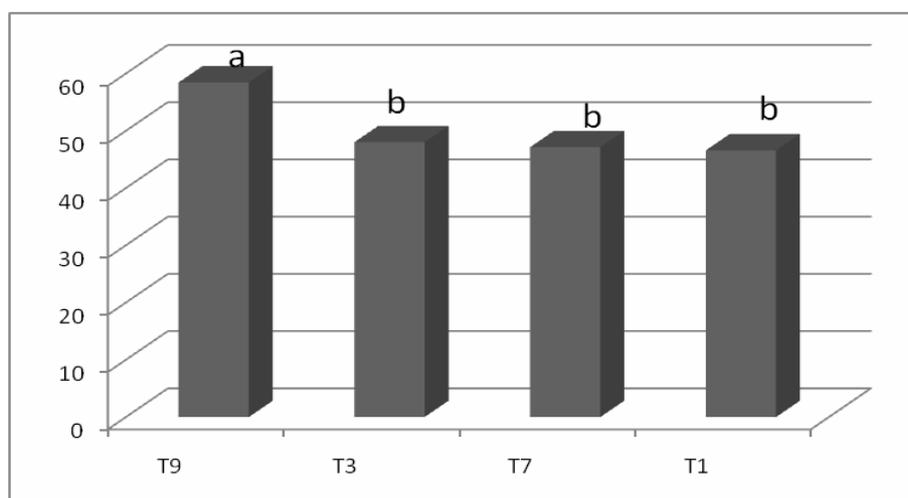
Figura 10. Número de granos.m⁻² para los cultivares estudiados promedio para todos los tratamientos (promedio de las 2 dosis estudiadas) de aplicación tardía

Al analizar los efectos de los tratamientos herbicidas se encontraron mayores valores para todas las variables en el tratamiento con Glifosato. Tanto el número de chauchas/planta como el número de granos/planta fueron significativamente superiores a los restantes tratamientos, los que resultaron similares (Figuras 11 y 12).



T9= Glifosato , T7= Glifosato+ Cloransulam, T1= Glifosato+Clorimuron, T3= Glifosato+Imazetapir
Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($P < 0.10$)

Figura 11. Número de chauchas por planta promedio de todos los cultivares (promedio de las 2 dosis estudiadas) para la aplicación en estadio R1

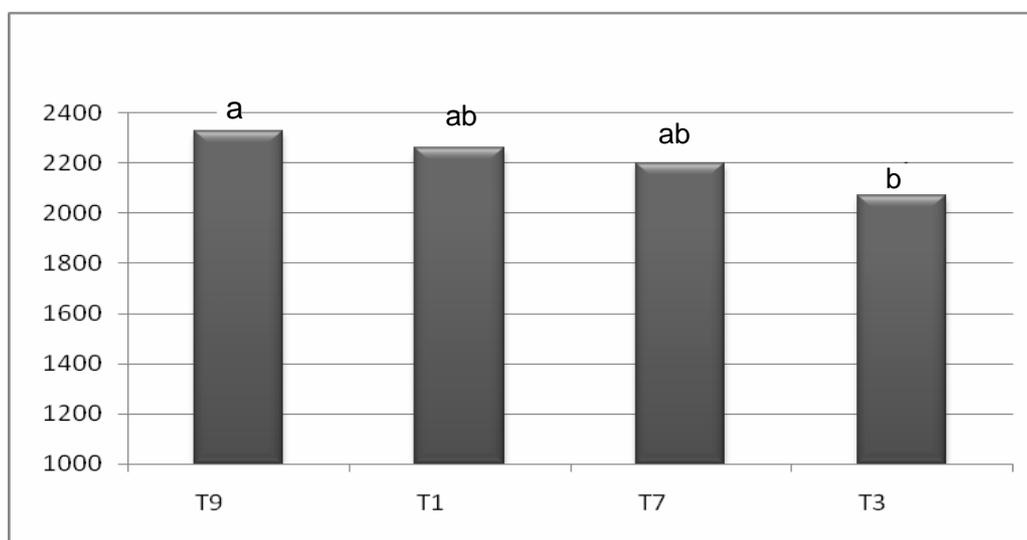


T9= Glifosato , T7= Glifosato+ Cloransulam, T1= Glifosato+Clorimuron, T3= Glifosato+Imazetapir
Medias con igual letra no difieren estadísticamente ($P < 0.10$)

Figura 12. Número de granos por planta promedio de todos los cultivares (promedio de las 2 dosis estudiadas) para la aplicación en estadio R1

Tal como se observa en las figuras 11 y 12 el No. de chauchas/planta en el tratamiento con Glifosato resultó 14 %, 15 % y 17 % superior al estimado en G+Clorimuron, G+Imazetapir y G+Cloransulam respectivamente, y el No. de granos por planta un 18 %, 19 % y 20 % superior en Glifosato que en G+Imazetapir, G+Cloransulam y G+Clorimuron respectivamente.

Como era de esperarse el número de granos.m⁻² reflejó las tendencias anteriores aunque mostró menos variación (Figura 13). En esta variable vuelven a encontrarse los mayores valores para Glifosato aunque sólo mayores a G+Imazetapir y sin diferencias con G+Clorimuron y G+Cloransulam que resultan con un comportamiento intermedio en este caso sin distinguirse de Glifosato ni de G+Imazetapir.



T9= Glifosato , T7= Glifosato+ Cloransulam, T1= Glifosato+Clorimuron, T3= Glifosato+Imazetapir
Medias con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.10)

Figura 13. Número de granos.m⁻² promedio de todos los cultivares (promedio de las 2 dosis estudiadas) para aplicación en estadio R1

Como puede observarse en estas aplicaciones tardías se observa relación entre los resultados de las variables de crecimiento y el número de granos.m⁻² en el caso de G+Imazetapir pero ninguna relación en el caso de Glifosato. Este resultado podría estar indicando diferencias en la persistencia de los efectos entre estos tratamientos. G+Imazetapir tendría impactos de mayor persistencia mientras en el caso de Glifosato parece existir recuperación total de los efectos.

4.3 EFECTO DEL MOMENTO DE APLICACION SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO

Cabe aclarar que el tratamiento correspondiente al herbicida G+Diclosulam tanto en dosis simple como doble, no fue tomado en cuenta para el análisis del efecto del momento, debido a que sólo se incluyó en las aplicaciones tempranas al estado de V2.

Como puede observarse en las figuras que siguen se detectó efecto del momento de aplicación de los tratamientos en prácticamente todas las variables de rendimiento estudiadas tal como lo demuestran los resultados de los contrastes ortogonales analizados (Figuras 14, 15 y 16).

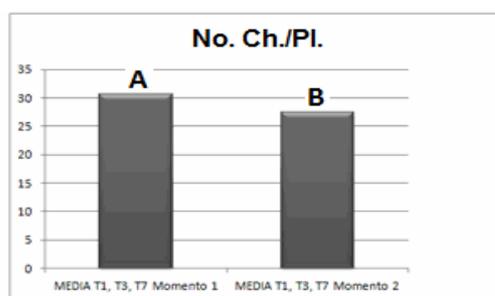


Figura 14

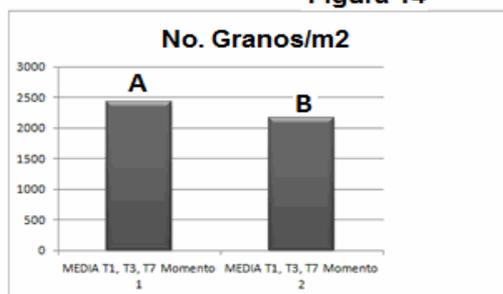


Figura 15

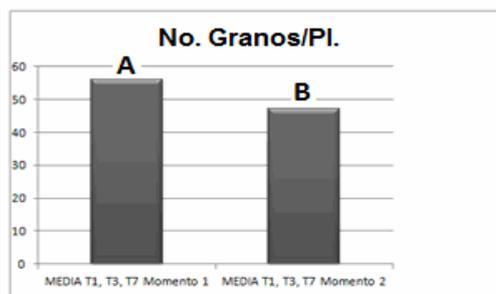


Figura 16

T9= Glifosato , T7= Glifosato+ Cloransulam, T1= Glifosato+Clorimuron, T3= Glifosato+Imazetapir
Medias con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.10)

Figura 14, 15 y 16. Número de chauchas.pl⁻¹, número de granos.m⁻² y número de granos.pl⁻¹, para el promedio de todos los cultivares según momento de aplicación (promedio de las 2 dosis estudiadas)

Pese a que con las determinaciones realizadas en el presente estudio no es posible concluir cual es la explicación para estos resultados pueden mencionarse algunas posibles causas. Por un lado y aún siendo mínimo el enmalezamiento en el experimento, los efectos de la interferencia pueden considerarse diferenciales y de mayor magnitud en las parcelas que recibieron más tardíamente los tratamientos herbicidas. Como ha sido claramente demostrado experimentalmente la temprana liberación de la interferencia de malezas determina mayores rendimientos con favorables respuestas en importantes componentes como el No. granos/planta.

En este sentido Agostinetto et al. (2009), concluyeron que aplicaciones en etapa temprana del cultivo de soja puede proporcionar reinfestación de las malas hierbas, mientras que aplicaciones en fase avanzada de desarrollo reduce el control de especies de malezas y permite la competencia de las malezas con el cultivo en el comienzo de su ciclo. Mulugueta y Boerboom citados por Agostinetto et al. (2009), encontraron que Glifosato aplicado en la fase vegetativa de soja (V2 y V4), siempre determina mayor productividad en comparación a aplicaciones en la etapa reproductiva (R1 y R4).

Los resultados obtenidos coinciden con los publicados por Kelley et al. (2005), quienes observaron una reducción en el rendimiento de 7% para G+Imazetapir en aplicaciones en estadio V7 y ningún efecto cuando la aplicación se realizó en V3. Si bien los estadios experimentados por estos autores no son exactamente los mismos que los estudiados en el presente trabajo, a los efectos de comparar un momento temprano y otro tardío sirve como referencia.

Por otra parte y tal como lo muestran los mismos resultados de este estudio en caso de existir efectos de daño de los herbicidas, las aplicaciones tempranas determinan mayores oportunidades, debido al mayor tiempo fundamentalmente, para la recuperación y dilución de los posibles efectos.

En el experimento se utilizaron cultivares con crecimiento determinado e indeterminado (Ver cuadro 1), afectando el tiempo de recuperación de los daños ocasionado por los tratamientos herbicidas, ya que en los cultivares indeterminados existe un grado de superposición de las fase vegetativa con la reproductiva, teniendo así más tiempo para recuperarse. Esta diferencia entre cultivares no se pudo apreciar por el análisis estadístico.

5. CONCLUSIONES

No se detectó efecto de la dosis de los herbicidas ensayados en ninguna de las variables estudiadas y sí efecto del momento de aplicación.

En las aplicaciones tempranas, al momento de V2 en soja, G+Imazetapir y G+Clorimuron redujeron la altura de las plantas de soja estimadas a los 7 dpa. La misma estimación posterior, a los 41 dpa mostró recuperación en G+Clorimuron y permanencia del efecto en G+Imazetapir.

En estas aplicaciones sólo en la variable número de granos.m⁻² se detectó efecto de tratamiento herbicida y de la interacción cultivar*tratamiento herbicida. El cultivar N6411 redujo los valores en esta variable con las mezclas G+Imazetapir y G+Diclosulam. N5009 y DM7.0 fueron afectados sólo por G+Diclosulam y ninguno de los cultivares mostró efectos con G+Clorimuron y G+Cloransulam.

En las aplicaciones tardías, realizadas en R1 de soja, G+Imazetapir y Glifosato presentaron las mayores reducciones en la altura estimada 7 dpa. El efecto de Glifosato se corroboró en la determinación de cobertura realizada en la misma fecha.

En estas aplicaciones tardías, hubo efecto del tratamiento herbicida y del cultivar en todas las variables estimadas excepto en el no. de granos/chaucha aunque en ningún caso la interacción tratamiento herbicida*cultivar fue significativa.

Todos los componentes del rendimiento en grano evaluados presentaron los mayores valores en el tratamiento con Glifosato resultando significativamente superiores a los restantes tratamientos en el no. chauchas/planta y no. granos/planta y sólo diferente de G+Imazetapir en el caso de no. granos/m².

Se observó efecto del momento de aplicación en los componentes del rendimiento, resultando el no. chauchas/planta, no. granos/m² y no. granos/planta mayores en las aplicaciones tempranas que en las aplicaciones tardías.

6. RESUMEN

El presente trabajo fue llevado a cabo en el campo experimental de la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República. El experimento se instaló en el verano del año 2010 con el objetivo de evaluar la tolerancia de seis cultivares de soja (*Glycine max*) de uso difundido en el país (N6411; N6126; N5009; DM5.9; DM6.2 y DM7.0) a diferentes tratamientos herbicidas (Clorimuron; Imazetapir; Diclosulam y Cloransulam), aplicados en 2 dosis (la recomendada y el doble de ésta) y en 2 momentos (V2 y R1, todos en mezcla con Glifosato más un testigo solo con Glifosato). El diseño experimental utilizado fue de bloques divididos en bloques completos al azar con 3 repeticiones. Las determinaciones a campo consistieron en 3 evaluaciones de altura, 2 para la aplicación en V2 y una para la aplicación en R1, a los 7 dpa, 41 dpa y 7 dpa, respectivamente cuando además se realizó una determinación de cobertura del cultivo y la cuantificación del número de plantas cosechadas en R8 en una superficie de 0,75 m² por parcela. En laboratorio se determinaron componentes del rendimiento (número de chauchas totales y número de granos). No se detectó efecto de la dosis de los herbicidas ensayados en ninguna de las variables estudiadas. En las aplicaciones tempranas (V2), G+Imazetapir y G+Clorimuron redujeron la altura de las plantas de soja a los 7 dpa. La misma estimación a los 41 dpa mostró recuperación en G+Clorimuron y permanencia del efecto en G+Imazetapir. En estas aplicaciones solo en la variable No. de granos/m² se detectó efecto del tratamiento herbicida y de la interacción cultivar*tratamiento herbicida. En las aplicaciones tardías (R1), G+Imazetapir y Glifosato presentaron las mayores reducciones en la altura y cobertura estimada a los 7 dpa. En estas aplicaciones tardías hubo efecto del tratamiento herbicida y del cultivar en todas las variables estimadas excepto en el No. de granos/chaucha. Se observó efecto del momento de aplicación en los componentes del rendimiento, resultando en No. de chauchas/planta, No. de granos/planta y No. de granos/m² mayores en las aplicaciones tempranas que en las tardías.

Palabras clave: Soja; Herbicida; Tolerancia; Post emergencia.

7. SUMMARY

This work was carried out in the experimental field of the Experimental Station "Dr. Mario A. Cassinoni" owned by the Faculty of Agronomy of the University of the Oriental Republic of Uruguay. The experiment was installed in the summer of 2010 (DEC 2010 – MAR 2011) with the objective to evaluate the susceptibility of six soybean cultivars (Glycine max) widely used in the country (N6411, N6126, N5009, DM 5.9; DM 6.2 and DM7.0) to herbicide treatments (Clorimuron; Imazetapyr; Diclosulam and Cloransulam, all mixed with Glyphosate plus a control with Glyphosate alone). The experimental design was random plots in three blocks, for block six cultivars were planted at random and were ruffled treatments. The applications were made in two parts, the first in the stage V2 (DEC-16-2010) for all herbicides at the recommended dose and double dose. The second stage was performed in R1 (JAN-28-2011) except that did not use G+Diclosulam. In the field work, three measures of height were done, two for the V2 application and one for R1 application. The first determination of height in V2 application was done 7 daa (days after application) (DEC-12-2010) and the second was done 41 daa (JAN-26-2011). For R1 application two measures were done, the first for height at 7 daa (FEB-04-2011), and the second to cover the same date. The final field determination was to quantify the number of plants harvested at R8 in an area of 0.75 m² per plot. Finally the laboratory determinations were performed to yield components (number of total beans and seed number). The results showed that for the conditions of this experiment did not detect a dose effect of the herbicides tested in any of the variables studied. In early applications (V2), G+Imazetapyr and G+Clorimuron reduced the height of soybean plants at 7 daa. The same estimate at 41 daa showed recovery in G+Clorimuron and permanence of effect G+Imazetapyr. In these applications only the variable Number of grains per m² was detected herbicide treatment effect and the interaction cultivar by herbicide treatment. In late applications (R1), G+Imazetapyr and Glyphosate showed the greatest reductions in height and coverage estimated at 7 daa. In these late applications there was effect of herbicide treatment and cultivar on all variables except the estimated number of grains per bean. Effect was observed upon application of yield components, resulting in Number of beans per plant, number of grains per plant and number of grains per m² higher in early applications than the later ones.

Keywords: Soybean; Herbicide; Tolerance; Post emergence.

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 Science*. 39:139-142.
2. AGOSTINETTO, D.; DAL MAGRO, T.; GALON, L.; MORAES, P. V. D.; TIRONI, S. P. 2009. Respostas de cultivares de soja transgênica e controle de plantas daninhas em função de épocas de aplicação e formulações de glyphosate. (en línea). *Planta Daninha*. 27(4): 739-746. Consultado 6 ene. 2012. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/pd/v27n4/12.pdf>
3. ARBELETCHÉ, P.; CARBALLO, C. 2009. La expansión agrícola en Uruguay; algunas de sus principales consecuencias. (en línea). *Revista de Desarrollo Rural y Cooperativismo Agrario*. No. 12: 7-20. Consultado 10 nov. 2011. Disponible en http://cederul.unizar.es/revista_desarrollo/12/capitulos/01.pdf
4. BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. A.; ARAUJO, J. B. M.; GRASI, N. 1973. Observacoes sobre o periodo em que as plantas daninhas competem com a soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *O Biológico* (Sao Paulo). 39 (2): 31-35.
5. BLUM, A.; NARBONDO, I.; OYHANTCABAL, G.; SANCHO, D. 2008. Soja transgênica y sus impactos en Uruguay, La nueva colonización. (en línea). Montevideo, Rosgal. Consultado 28 nov.2011. Disponible en <http://webs.chasque.net/~rapaluy1/Soja.pdf>.
6. BRESNAHAM, G. A. 2000. Influence of soil pH-sorption interactions on imazethapyr carry-over. *Weed Science*. 48 (5): 1929-1934.
7. BROWN, H. M. 1990. Mode of action, crop selectivity, and soil relations of the sulfonylurea herbicides. *Pesticide Science*. 29 (3): 263–281.
8. CÉLIO, R. F.; LEITE, J. C.; ALMEIDA, V.; CÁSSIO, E. E.; PRETE, C. 2000. Sensibilidade de cultivares de soja (*Glycine max*) aos herbicidas Diclosulam e Flumetsulam. *Planta Daninha*.18 (1): 103-122.
9. CORRIGAN, K. A.; HARVEY, R. G. 2000. Glyphosate with and without residual herbicides in no-till glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*. 14 (3): 569-577.

10. CRUZ, L. S. P.; LEIDERMAN, L. 1978. Controle das plantas daninhas em cultura de soja (*Glycine max* L. Merrill) com misturas de herbicidas. *Planta Daninha*. 1 (1): 13-17.
11. CURRAN, W. S.; LOUX, M. M.; LIEBL, R. A.; SIMMONS, F. W. 1992. Photolysis of Imidazolinone herbicides in aqueous solution and soil. *Weed Science*. 40 (1): 143-148.
12. DURAN, G.; HAEDO, D. 2007. Imazetapir en control de malezas en soja RR. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 34 p.
13. ELLIS, J. M.; GRIFFIN, J. L. 2003. Glyphosate and broadleaf herbicide mixtures for soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*. 17 (1). 21-27.
14. FERNANDES DE OLIVEIRA, M. 2004. Sorção do herbicida Imazaquin em Latossolo sob plantio direto e convencional. (en línea). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 39(8): 787-793. Consultado 25 oct. 2011. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v39n8/21740.pdf>
15. FLINT, J. L.; WITT, W. W. 1997. Microbial degradation of Imazaquin and Imazethapyr. *Weed Science*. 45 (4): 586-591.
16. GERBER, H. R.; NYFFELER, A.; GREEN, D. H. 1983. The influence of rainfall, temperature, humidity, and light on soil- and foliage-applied herbicides. *Aspects of Applied Biology*. 4: 1-14.
17. JOHNSON, B. F.; BAILEY, W. A.; WILSON, H. P.; HOLSHOUSER, D. L.; HERBERT, D. A.; HINES, T. E. Herbicide effects on visible injury, leaf area, and yield of Glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). (en línea). *Weed Technology*. 16 (3): 554-566. Consultado 12 oct. 2011. Disponible en <http://www.jstor.org/pss/3989521>
18. 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 Science*. 53 (1): 101-112.
19. KOGAN, M.; PEREZ, A. 2003. Herbicidas; fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Santiago, Chile, Universidad Católica de Chile. 333 p.

20. KRAUSZ, R. F.; KAPUSTA, G.; KNAKE, E. L. 1992. Soybean (*Glycine max*) and rotational crop tolerance to Chlorimuron, Clomazone, Imazaquin, and Imazethapyr. *Weed Technology*. 6: 77–80.
21. _____.; _____.; MATTHEWS, J. L. 1996. Control of annual weeds with Glyphosate. *Weed Technology*. 10: 957–962.
22. _____.; YOUNG, B. G. 2001. Response of double-crop Glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*) to broadleaf herbicides. *Weed Technology*. 15 (2): 300-305.
23. LEDDA, A. R.; SAUER, M. V.; NADAL, N. J. 2009. Efecto de cuatro herbicidas residuales sobre el cultivo de algodón (*Gossipium Hirsutum*): primer año de estudio. In: Congresso Brasileiro do Algodão (7^o, 2009, Foz do Iguaçu). Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados. Campina Grande, Embrapa Algodão. pp. 1796-1801.
24. LICH, J. M.; RENNER, K. A. PENNER, D. 1997. Interaction of Glyphosate with postemergence soybean (*Glycine max*) herbicides. *Weed Science*. 45 (1): 12 – 21.
25. LOUX, M.; REESE, K. 1993. Effect of soil type and pH on persistence and carryover of Imidazolinones herbicides. *Weed Technology*. 7(2): 452-458.
26. MADANI, M. E. 2003. Ph effect and kinetic studies of the binding behaviour of Imazethapyr herbicide on some Moroccan soils. *Fresenius Environmental Bulletin*. 1 (9): 1114-1119.
27. MIAN, M. A. R.; SHIPE, E. R.; ALVERAZ, J.; MUELLER, J. D.; ASHLEY, D. A.; BOERMA, H. R. 1997. QTLs associated with Chlorimuron ethyl sensitivity in soybean: Effects on seed yield and related traits. *Theoretical and Applied Genetics*. 94: 971–974.
28. MODERNE, R. 2007. Guía uruguaya para la protección y fertilización vegetal. Décima edición. Montevideo, SATA. 480 p.
29. NETO, M. E. F.; PITELLI, R. A.; BASILE, A. G.; TIMOSSO, P. C. 2009. Seletividade de herbicidas pós-emergentes aplicados na soja. (en línea). *Planta Daninha*. 27 (2): 345-352. Consultado 22 oct. 2011. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582009000200018

30. NEWSOM, L. J.; SHAW, D. R. 1992. Influence of cultivation timing on weed control in soybean (*Glycine max*) with AC 263,222. *Weed Technology*.8: 760-765.
31. _____.; _____. 1994. Soybean (*Glycine max*) response to Chlorimuron and Imazaquin as influenced by soil moisture. *Weed Technology*. 6: 389–395.
32. OLIVEIRA Jr., R. S.; CONSTANTIN, J. 2001. Plantas daninhas e seu manejo. Guaiba, Agropecuario. 362 p.
33. PAPIERNIK, S. K.; GRIEVE, C. M.; YATES, S. R.; LESCH, S. M. 2003. Phytotoxic effects of salinity, Imazethapyr, and Chlorimuron on selected Weed species. (en línea). *Weed Science*. 51(4): 610-617. Consultado 27 nov. 2011. Disponible en <http://www.bioone.org/doi/pdf/10.1614/0043-1745%282003%29051%5B0610%3APEOSIA%5D2.0.CO%3B2>
34. PINHEIRO, M. J. 2009. Eficácia e seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência em soja convencional e transgênica. Tesis Ing. Arg. Sao Paulo, Brasil. Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias. 87 p.
35. PLINE, A.; WU, J.; HATZIOS, K. 1999. Effects of temperature and chemical additives on the response of transgenic herbicide-resistant soybeans to Glufosinate and Glyphosate applications. *Biochemistry and Physiology*. 66 (2): 119-131.
36. PROCÓPIO, S. O.; MENEZES, C. C. E.; BETTA, L.; BETTA, M. 2007. Utilização de Chlorimuron-ethyl e Imazethapyr na cultura da soja roundup ready. (en línea). *Planta Daninha*. 25 (2): 365-373. Consultado 15 oct. 2011. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/pd/v25n2/a17v25n2.pdf>
37. REYNOLDS, D. B.; WHELESS, T. G.; BASLER, E.; MURRAY, D. S. 1988. Moisture stress effects on absorption and translocation of four foliar-applied herbicides. *Weed Technology*. 2: 437–441.
38. REZENDE, A. M. 1995. Eficácia e seletividade dos herbicidas Imazethapyr e Flumioxazin na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Tese

Doutorado em Producao Vegetal. Jaboticabal, Sao Paulo, Brasil. Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciencias Agrarias e Veterinarias. 105 p.

39. RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. 2005. Guia de herbicidas. 5ª. ed. Londrina, s.e. 592 p.
40. RODRIGUES, N. R.; ANDRIETTA, M. G. S.; RIETTA, S. R.; SANTOS, P E. R. 2010. Biodegradação do Diclosulam por bactérias isoladas de solos cultivados com soja. (en línea). Planta. Daninha. 28 (2): 393-400. Consultado 10 oct. 2011. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/pd/v28n2/a19v28n2.pdf>
41. SAAVEDRA, C. 2010. Un siglo de agricultura. Revista Plan Agropecuario. no. 137: 46-49.
42. 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. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 45: 3652-3658.
43. SHANER, D. L.; O'CONNOR, S. 1991. The Imidazolinones herbicides. Boca Raton, CRC. pp. 91-102.
44. SHAW, D. R.; WIXSON, M. B.; SMITH, C. A. 1991. Effect of Imazaquin and Chlorimuron plus Metribuzin on sicklepod (*Cassia obtusifolia*) interference in soybean (*Glycine max*). Weed Technology. 5 (1): 206-210.
45. URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE SUELOS Y FERTILIZANTES. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo. 3 v.
46. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2010. Anuario estadístico agropecuario 2010. Montevideo. 82 p.
47. VIDRINE, R. P.; GRIFFIN, J. L.; BLOUIN, D. C. 2002. Evaluation of reduced rates of Glyphosate and Chlorimuron in Glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). Weed Technology. 16 (4): 731-736.

48. VITTA, J. I. 1999. Manejo y control de malezas. Revista AACREA. 10: 38-47.
49. WILLIAMS, B. J. 2002. Weed management systems for clearfield rice. Louisiana Agricultural Chemistry. 45 (3): 16-17.
50. ZABIK, J. M.; VAN WESENBEECK I. J.; PEACOCK, A.L.; KENNARD, L. M.; ROBERTS, D. W. 2001. Terrestrial field dissipation of Diclosulam at four sites in the United States. Journal Agricultural Food Chemistry. 49 (7): 3284-3290.
51. ZOBIOLE, L.H.S.; OLIVEIRA JR. R.S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D.F.; KREMER, R.J. 2010. Uso de aminoácido exógeno na prevenção de injúrias causadas por Glyphosate na soja rr. (en línea). Planta Daninha. 28 (3): 643-653. Consultado 8 ene. 2012. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/pd/v28n3/22.pdf>