

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**Evaluación de la eficacia del herbicida triasulfuron por efecto de la
encaladura en un suelo Hapludand.**

Tesis presentada como parte de los
requisitos para optar al grado de
Licenciado en Agronomía.

Armando Basilio Marmolejo Herrera

VALDIVIA – CHILE

2007

PROFESOR PATROCINANTE:

Ricardo Fuentes P.

Ing. Agr. M. Sc.

PROFESORES INFORMANTES:

Daniel Calderini R.

Ing. Agr. Dr. Agr.

Dante Pinochet T.

Ing. Agr. M. Sc. Ph. D.

AGRADECIMIENTOS

De todas maneras es necesario agradecer al profesor Ricardo Fuentes, por su paciencia y disponibilidad en la explicación de aquellos temas que me parecían difíciles, por su ánimo y perseverancia.

De igual forma agradezco a los profesores Dante Pinochet y Daniel Calderini por sus aportes siempre constructivos.

Agradezco a mis padres por sus esfuerzos invaluable para lograr cumplir uno de mis sueños, a mi hermano por su apoyo y aliento.

De igual manera agradezco a aquellas personas que he conocido en esta hermosa casa de estudios, como lo es mi compadre Jonathan Poff quien me acompañó siempre en este largo camino de esfuerzos y satisfacciones. También agradezco a Karen, por su apoyo y ánimo ya que sin ella todo hubiese sido mucho más difícil.

Agradezco a Dios por darme la capacidad de poder cumplir mi sueño tan anhelado, el titularme en esta hermosa Universidad.

"Siento que al final he conquistado la Libertad mediante el conocimiento, y espero desarrollar el alma matter de esta casa de estudios en mi futura vida laboral".

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Competencia entre especies vegetales	3
2.1.1	Competencia Trigo - Malezas	4
2.2	Control químico de malezas en trigo	5
2.2.1	Sulfonilureas	6
2.2.1.1	Triasulfuron	6
2.2.1.2	Absorción y modo de acción	7
2.2.1.3	Comportamiento de triasulfuron en el suelo	8
2.2.1.4	Adsorción de triasulfuron	9
2.2.1.5	Efectos del pH del suelo sobre triasulfuron	10
2.3	Efectos del encalado sobre el suelo	12
2.4	Efectos del encalado sobre las malezas	13
2.5	Efectos del encalado sobre el rendimiento del trigo	15
3	MATERIAL Y METODO	17
3.1	Ubicación del ensayo	17
3.1.1	Establecimiento del ensayo	17
3.2	Diseño experimental	18
3.3	Manejos realizados al cultivo	18
3.3.1	Aplicación del herbicida	19
3.3.2	Cubrimiento del ensayo	19
3.4	Evaluaciones	20
3.4.1	Evaluación de fitotoxicidad en el cultivo	20

Capítulo		Página
3.4.2	Biomasa aérea y porcentaje de control de malezas	20
3.4.3	Rendimiento de granos y componentes del rendimiento	21
3.5	Análisis estadístico	22
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSION DE RESULTADOS	23
4.1	pH del suelo en el momento de la siembra del cultivo	23
4.2	Especies de malezas presentes en el experimento	23
4.3	Control de malezas dicotiledóneas	28
4.4	Variación de la biomasa aérea de especies monocotiledóneas.	34
4.5	Control de malezas totales	38
4.6	Fitotoxicidad y producción de granos del cultivo	40
5	CONCLUSIONES	45
6	RESUMEN	46
	SUMMARY	48
7	BIBLIOGRAFÍA	50
	ANEXOS	57

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Biomasa aérea (g/m ²) de las malezas presentes en los tratamientos testigos sin triasulfuron con y sin cultivo, a los 45 días después de la aplicación del herbicida, bajo diferentes dosis de cal aplicadas al suelo	24
2	Porcentaje de control de malezas dicotiledóneas con respecto al testigo sin herbicida, a los 45 días después de la aplicación de diferentes dosis de triasulfuron, bajo distintas dosis de carbonato de calcio aplicado al suelo, en condiciones con y sin cultivo de trigo	29
3	Biomasa aérea del total de especies monocotiledóneas (g) a los 45 días después de la aplicación de diferentes dosis de triasulfuron, bajo distintas dosis de carbonato de calcio aplicado al suelo, en tratamientos con y sin cultivo de trigo.	35
4	Evaluación de fitotoxicidad (*) del herbicida triasulfuron sobre el cultivo de trigo utilizando la escala EWRC (European Weed Research Council) a los 7, 14, 21, y 45 días después de la aplicación del herbicida (DDA).	41
5	Variación de los componentes del rendimiento del cultivo medidos al momento de la cosecha, para diferentes dosis de triasulfuron, bajo distintas dosis de carbonato de calcio aplicado al suelo.	42

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1 Control de <i>Raphanus sativus</i> , <i>Spergula arvensis</i> e <i>Hypochaeris radicata</i> con respecto al tratamiento testigo sin herbicida, a los 45 días después de la aplicación de diferentes dosis de triasulfuron, bajo distintas dosis de carbonato de calcio aplicado al suelo, en sub-tratamientos con y sin cultivo de trigo (DHS al 5% entre diferentes dosis de carbonato de calcio para una misma dosis de herbicida).	31
2 Control de <i>Leontodon taraxacoides</i> , <i>Polygonum persicaria</i> y <i>Rumex acetosella</i> con respecto al tratamiento testigo sin herbicida, a los 45 días después de la aplicación de diferentes dosis de triasulfuron, bajo distintas dosis de carbonato de calcio aplicado al suelo, en sub-tratamientos con y sin cultivo de trigo (DHS al 5% entre diferentes dosis de carbonato de calcio para una misma dosis de herbicida).	32
3 Control del total de especies dicotiledóneas con respecto al tratamiento testigo sin herbicida, a los 45 días después de la aplicación de diferentes dosis de triasulfuron, bajo distintas dosis de carbonato de calcio aplicado al suelo, en sub-tratamientos con y sin cultivo de trigo (DHS al 5% entre diferentes dosis de carbonato de calcio para una misma dosis de herbicida).	33

Figura		Página
4	Control del total de malezas con respecto al tratamiento testigo sin herbicida, a los 45 días después de la aplicación de diferentes dosis de triasulfuron, bajo distintas dosis de carbonato de calcio aplicado al suelo, en sub-tratamientos con y sin cultivo de trigo (DHS al 5% entre diferentes dosis de carbonato de calcio para una misma dosis de herbicida).	39
5	Rendimiento de granos de los tratamientos con cultivo de trigo, para diferentes dosis de triasulfuron, bajo distintas dosis de carbonato de calcio aplicado al suelo (DHS al 5% entre diferentes dosis de carbonato de calcio para una misma dosis de herbicida).	44

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Análisis de Varianza del porcentaje de control de <i>Raphanus sativus</i> L. con respecto al tratamiento testigo sin herbicida.	58
2	Análisis de Varianza del porcentaje de control de <i>Spergula arvensis</i> L. con respecto al tratamiento testigo sin herbicida.	58
3	Análisis de Varianza del porcentaje de control de <i>Hypochaeris radicata</i> L. con respecto al tratamiento testigo sin herbicida.	59
4	Análisis de Varianza del porcentaje de control de <i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill) Mérat. con respecto al tratamiento testigo sin herbicida.	59
5	Análisis de Varianza del porcentaje de control de <i>Polygonum persicaria</i> L. con respecto al tratamiento testigo sin herbicida.	60
6	Análisis de Varianza del porcentaje de control de <i>Rumex acetosella</i> L. con respecto al tratamiento testigo sin herbicida.	60
7	Análisis de Varianza del porcentaje de control del total de malezas dicotiledóneas con respecto al tratamiento testigo sin herbicida.	61
8	Análisis de Varianza del porcentaje de control del total de malezas con respecto al tratamiento testigo sin herbicida.	61

Anexo		Página
9	Análisis de Varianza de la biomasa aérea (g/m^2) de <i>Holcus lanatus</i> L.	62
10	Análisis de Varianza de la biomasa aérea (g/m^2) de <i>Agrostis capillaris</i> L.	62
11	Análisis de Varianza de la biomasa aérea (g/m^2) de <i>Lolium multiflorum</i> L.	63
12	Análisis de Varianza de la biomasa aérea (g/m^2) del total de especies monocotiledóneas.	63
13	Análisis de Varianza del Número de espigas/ m^2 .	64
14	Análisis de Varianza del Peso de los 1000 granos (g).	64
15	Análisis de Varianza del Número de granos/espiga.	64
16	Análisis de Varianza del rendimiento de granos.	65
17	Promedios de la biomasa aérea (g/m^2) de <i>Raphanus sativus</i> L. a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.	65
18	Promedios de la biomasa aérea (g/m^2) de <i>Leontodon taraxacoides</i> Vill. a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.	65
19	Promedios de la biomasa aérea (g/m^2) de <i>Hypochaeris radicata</i> L. a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.	66
20	Promedios de la biomasa aérea (g/m^2) de <i>Polygonum persicaria</i> L. a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.	66

Anexo	Página
21 Promedios de la biomasa aérea (g/m^2) de <i>Rumex acetosella</i> L. a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.	66
22 Promedios de la biomasa aérea (g/m^2) de <i>Spergula arvensis</i> L. a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.	67
23 Promedios de la biomasa aérea (g/m^2) del total de especies dicotiledóneas a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.	67
24 Promedios de la biomasa aérea (g/m^2) de <i>Agrostis capillaris</i> L. a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.	67
25 Promedios de la biomasa aérea (g/m^2) de <i>Holcus lanatus</i> L. a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.	68
26 Promedios de la biomasa aérea (g/m^2) de <i>Lolium multiflorum</i> L. a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.	68
27 Promedios de la biomasa aérea (g/m^2) del total de malezas a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.	68

1 INTRODUCCION

El encalado en el cultivo del trigo, se utiliza, en la actualidad como una práctica agronómica para corregir la condición de acidez de los suelos presentes en el sur de Chile. Su uso, ha aumentado de manera progresiva durante el último tiempo. Adicionalmente, se utiliza la aplicación de herbicidas al cultivo, con el fin de lograr un establecimiento adecuado y una reducción de la competencia de las malezas. Dentro de los herbicidas utilizados con frecuencia en el cultivo del trigo, se encuentra el triasulfuron, herbicida perteneciente al grupo de las sulfonilureas, quienes presentan un comportamiento distinto dependiendo de la condición de acidez del suelo.

La utilización de cal y herbicidas pertenecientes al grupo de las sulfonilureas en el cultivo del trigo, corresponden a dos prácticas que se han intensificado a lo largo del tiempo, no existiendo en la actualidad evaluaciones para determinar su accionar cuando son aplicadas en forma conjunta.

Al cambiar la condición de suelo hacia un pH de valores más alcalinos, con la utilización de cal, se produce una mayor disponibilidad en la solución del suelo de herbicidas pertenecientes a este grupo. Bajo las condiciones del presente estudio, se plantea la hipótesis que el incremento del pH de un suelo Hapludand mediante la aplicación de carbonato de calcio, aumenta la eficacia del herbicida triasulfuron en un cultivo de trigo.

El presente estudio, tuvo como objetivo general: Evaluar en un cultivo de trigo, la eficacia de diferentes dosis de triasulfuron sobre el control de malezas en un suelo Hapludand bajo diferentes dosis de encalado.

Para lograr el objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar el efecto de diferentes dosis de triasulfuron sobre el control de cada especie de maleza dicotiledónea y el total de malezas, bajo diferentes niveles de encalado, y en presencia y ausencia de cultivo.
- Evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de carbonato de calcio y de triasulfuron sobre la cantidad de biomasa aérea de especies monocotiledóneas, en presencia y ausencia de cultivo.
- Determinar la selectividad y el efecto fitotóxico de triasulfuron sobre un cultivo de trigo por efecto de diferentes dosis de encalado.

2 REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Competencia entre especies vegetales

El crecimiento y desarrollo de las plantas se logra de manera adecuada siempre que ellas dispongan de los recursos necesarios en el momento oportuno; estos recursos corresponden a agua, nutrientes, luz, espacio y cantidad de CO₂ (KOGAN, 1993).

Las malezas, al presentarse en un momento determinado junto a un cultivo, compiten por los recursos que el cultivo en ese momento necesita para poder expresar su rendimiento. Para que exista competencia se requieren dos condiciones: que los recursos sean limitados y que los individuos presentes, tengan un hábitat común (VITTA, 2003).

Las pérdidas de rendimiento de los cultivos a causa de las malezas aumentan en la medida que la infestación de éstas se eleva, vale decir, en la medida que la presencia de malezas por unidad de superficie aumenta (VITTA, 2003).

Las habilidades competitivas de una especie se resumen en dos herramientas: tasa de crecimiento y cantidad de producción de estructuras. Se ha demostrado que plantas que presenten una germinación y establecimiento temprana, una gran cantidad de semillas, un mayor crecimiento de tallos y raíces, raíces más profundizantes y expandidas, hojas más grandes y flores más numerosas, presentarán una habilidad competitiva mayor (LEGUIZAMON, 2003).

2.1.1 Competencia trigo-malezas. Cuando coexisten malezas y trigo en un determinado momento, es posible que se produzca competencia por algún recurso, lo que va en desmedro del crecimiento y desarrollo del cultivo (LEGUIZAMON, 2003).

En Chile, se ha determinado que la reducción del rendimiento del trigo, por causa de las malezas, varía entre un 7 y un 78%, dependiendo de las tecnologías disponibles, localidad, tipo de suelo, grado de infestación y tipo de malezas presentes (FUENTES, 1987).

En el cultivo de trigo, se plantea que éste es más sensible a la competencia durante los primeros estadios de la elongación del tallo, momento en que la tasa de crecimiento es máxima. Sin embargo, la mayoría de las poblaciones de malezas deben controlarse en forma anticipada a este momento, si se desea evitar el efecto competitivo (VITTA, 2003).

Según LEGUIZAMON (2003), una maleza anual exitosa en un cultivo de trigo, germina de forma rápida luego de la preparación de la cama de siembra, crece con mayor vigor comparada con las plantas de trigo y produce una gran cantidad de semillas antes de la cosecha del cereal.

Cualquier factor agronómico o climático que reduzca la velocidad de establecimiento y ocupación del espacio por parte del cultivo de trigo, favorecerá el crecimiento de las malezas y por consiguiente, la competencia será mayor por el concepto densidad (MADAFI GLIO *et al.*, 2006).

Según MELLADO y PEDREROS (2005), las malezas presentes en un cultivo de trigo, afectan algunos componentes del rendimiento, como son:

cantidad de granos por espiga, número de espigas/m² y peso promedio del grano, lo que conlleva a que el rendimiento final del cultivo sea menor.

2.2 Control químico de malezas en trigo

El control químico de malezas en trigo, ha permitido liberar al hombre del enorme esfuerzo que significa limitar la competencia ejercida por las malezas sobre el cultivo, siendo eficiente y eficaz en muchos casos (LEGUIZAMON, 2003).

Según KHAN *et al.*, (2003), el control químico de malezas en trigo hace referencia a sustancias creadas para eliminar o retardar significativamente el crecimiento de las plantas consideradas como malezas. El factor más importante en el auge de los herbicidas es la capacidad de muchos de ellos, llamados selectivos, de afectar o eliminar las plantas indeseables, sin dañar las cultivadas. Además, la aparición de herbicidas preemergentes han contribuido a mantener el efecto herbicida contra las futuras condiciones ambientales adversas, como las lluvias continuas que impedirían el empleo de mano de obra y de maquinarias en labores de desmalezamiento (LEGUIZAMON, 2003).

La competencia entre trigo y malezas es compleja, debido a que muchas variables interactúan en la determinación del grado de pérdida de rendimiento en una situación dada. En general, la reducción de las pérdidas de rendimiento causadas por las malezas no se pueden resolver con la adecuación de una sola práctica (VITTA, 2003).

Para lograr un aumento de la selectividad y del espectro de acción de los herbicidas se pueden utilizar sustancias protectoras que promueven la degradación y conjugación del herbicida en el cultivo, pero no en las malezas (CASLEY *et al.*, 1993).

Dentro de los herbicidas selectivos utilizados para controlar malezas en los cultivos de trigo, se encuentran una gran cantidad de grupos químicos, recientemente han sido introducidas las sulfonilureas, las que han sido utilizadas de manera creciente en los últimos años (LEGUIZAMON, 2003).

2.2.1 Sulfonilureas. Los herbicidas pertenecientes al grupo sulfonilureas, corresponden a un grupo de compuestos desarrollados para el control de malezas de hoja ancha, en cultivos de trigo, cebada y praderas (SARMAH *et al.*, 1998). Las sulfonilureas fueron desarrolladas en la década de los 70, y corresponden a las más activas de todas las clases de herbicidas (ANDERSON *et al.*, 1996),.

La principal característica de los herbicidas que pertenecen al grupo de las sulfonilureas, es que poseen un amplio espectro de acción a muy bajas dosis ($2 - 75 \text{ g i.a. ha}^{-1}$), una alta especificidad sobre plantas, muy baja toxicidad en especies animales y una baja tendencia a la bioacumulación en organismos vivos (BROWN, 1990).

Si bien estos herbicidas son utilizados en bajas dosis, en algunos casos, se ha observado problemas en rotaciones de cultivos de especies dicotiledóneas sensibles a bajas concentraciones de residuos de estos productos (FUENTES, 1992).

2.2.1.1 Triasulfuron. Este herbicida es conocido comúnmente como CGA-131036, LOGRAN. Su nombre químico corresponde a 1-(2-(2-cloro - etoxi) fenilsulfunil) - 3 (4 metoxi - 6 metil - 1, 3, 5 triazin - 2 il) - urea (WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 1994). Este herbicida actúa como selectivo de post-emergencia para el control de malezas de hoja ancha en cultivos de cereales. En Chile, se comercializa bajo el nombre comercial de LOGRAN 75 WG, del

laboratorio Ciba – Geigy S.A (ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES E IMPORTADORES DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS AGRÍCOLAS A. G. (AFIPA A. G.), 1998).

De acuerdo a la revisión de BROWN (1990), este herbicida puede ser aplicado post-emergencia, en trigo, cebada, o también puede ser aplicado pre-emergencia en trigo para el control de varias malezas anuales de hoja ancha. Cuando son aplicaciones de post-emergencia, se requiere de un surfactante para una mayor eficiencia.

Posteriormente KHAN *et al.*, (2003), han mostrado que el herbicida triasulfuron no ocasiona efecto fitotóxico en trigo, en el rango de las dosis recomendada por sus fabricantes en aplicaciones de postemergencia (45 días posterior a la siembra).

Por su parte MADAFIGLIO *et al.*, (2006), han demostrado que cuando se utiliza triasulfuron sólo o en mezclas, en un cultivo de trigo, se reduce la producción de semillas de *Raphanus sativus* L. en rangos que variaron entre 80 a 100%.

2.2.1.2 Absorción y modo de acción. Las sulfonilureas son absorbidas por la planta tanto por el follaje como por el sistema radical y luego son traslocadas a toda la planta, ya sea vía apoplasto o simplasto (FUENTES, 1992).

El mecanismo de acción de estos herbicidas consiste en la reducción, en la célula, de los niveles de tres aminoácidos alifáticos de cadena ramificada (valina, leucina e isoleucina), como resultado de la inhibición de la enzima acetolactato sintetasa (ALS) que cataliza la síntesis del ácido acetohidróxido, precursor de estos aminoácidos (BROWN, 1990). Chaleff y Ray (1985), citados por BROWN (1990), demostraron que las sulfonilureas solo afectan la síntesis

de esta enzima, no afectando otros procesos bioquímicos incluso a concentraciones exageradas.

La traslocación dentro de la planta ocurre tanto por vía xilemática como floemática. Cuando es aplicado en la parte foliar, triasulfuron se trasloca hacia todos los puntos meristemáticos y presenta moderados niveles en las raíces. Cuando este herbicida es absorbido por las raíces, se trasloca eficientemente hacia todas las partes de la planta incluyendo las zonas meristemáticas (WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 1994).

Una vez aplicado triasulfuron a las plantas, el crecimiento de las especies susceptibles es rápidamente inhibido. Entre los 6-10 días después de la aplicación, comienza a aparecer clorosis foliar, seguido de clorosis y necrosis en los puntos de crecimiento de las especies de hoja ancha, además de necrosis foliar. La muerte total de las plantas susceptibles ocurre entre los 15 a 30 días después de la aplicación del herbicida (WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 1994).

Si bien la germinación de semillas y el desarrollo de los cotiledones ocurre de manera normal, la aplicación de triasulfuron sobre plántulas recién emergidas y plantas desarrolladas produce inhibición de crecimiento, clorosis, aumento en la producción de antocianinas y finalmente necrosis (BLAIR y MARTÍN, 1988).

2.2.1.3 Comportamiento de triasulfuron en el suelo. Cada vez que un herbicida es aplicado a la superficie del suelo, es afectado por una serie de procesos que tienden a modificar su comportamiento. Estos procesos de disipación de un herbicida, pueden ser de naturaleza biótica y abiótica. La disipación biótica es producida mediante la degradación microbial y la absorción de las plantas. La

disipación abiótica es a través de la degradación química, fotodescomposición, volatilización y adsorción (FUENTES, 1992).

2.2.1.4 Adsorción de triasulfuron. Se entiende por adsorción a la atracción electrostática de las moléculas de herbicida desde la solución del suelo por los coloides orgánicos e inorgánicos, produciendo una disminución de la concentración y disponibilidad del producto en la solución del suelo (KOGAN, 1993).

El proceso de adsorción de los herbicidas es relevante, puesto que afecta la disponibilidad del herbicida hacia las plantas y además la movilidad de éste en el perfil de suelo (SAVAGE, 1976).

La adsorción resulta de una interacción del campo de fuerza emanada de la superficie del adsorbente (coloides del suelo) y la superficie del adsorbato (herbicida) (FUENTES, 1992).

Las cargas eléctricas de los herbicidas tienen gran relevancia en el proceso de adsorción. Estas pueden ser permanentes, como en el caso de compuestos derivados de amonio cuaternario (bipirilos) o pueden ser resultado de procesos de ionización, tales como la protonización en bases débiles o por la liberación de un protón desde ácidos débiles. El caso particular de triasulfuron corresponde a la liberación de un protón desde ácidos débiles (OPPONG y SAGAR, 1992).

El herbicida triasulfuron, al pertenecer al grupo de las sulfonilureas, se presenta como herbicida aniónico (incluyen todos los herbicidas cuyas moléculas poseen grupos funcionales carboxílicos (-COOH) o fenólicos (-OH) que ionizan en soluciones acuosas formando moléculas aniónicas), y como tal, se comporta como anión en condiciones de pH alcalino siendo repelidos por las

cargas negativas existentes en el suelo, principalmente en condiciones de pH alcalino. A pesar de esto, pueden presentar algún grado de adsorción por las moléculas cargadas positivamente en las arcillas y también por las cargas positivas de la materia orgánica y de los sesquióxidos de hierro y aluminio. La adsorción ha sido positivamente correlacionada con el contenido de materia orgánica presente en el suelo (FUENTES, 1992), esto concuerda con lo planteado por PUSINO *et al.*, (2003), quien afirma que la materia orgánica es regularmente uno de los factores más relevantes en la adsorción de compuestos orgánicos.

Según WALKER *et al.*, (1989), la adsorción no favorece las pérdidas de herbicidas en el suelo, sino que ocasiona una disminución de la concentración del producto en la solución del suelo. Sin embargo, este efecto está inversamente relacionado con la lixiviación, ya que compuestos que son relativamente estables en el suelo y que son débilmente adsorbidos, muestran una apreciable mayor movilidad y, por lo tanto, una mayor susceptibilidad a la lixiviación.

2.2.1.5 Efectos del pH del suelo sobre triasulfuron. El pH tiene un efecto directo sobre la acción del herbicida. Afecta directamente la ionización del herbicida y, por lo tanto, en su capacidad de quedar adsorbido a través de intercambio eléctrico, e indirectamente, creando un ambiente edáfico que afecta la carga variable de los coloides y haciendo variar la actividad metabólica de los microorganismos del suelo (RAHMAN *et al.*, 1996).

Al existir una correlación negativa entre adsorción del herbicida y pH (WALKER y WELCH, 1989), al aplicar cal a un suelo, es posible que se aumente la disponibilidad del herbicida, lo cual mejoraría la eficacia en el control de malezas, o se incrementaría su potencial de lixiviación a capas más profundas de suelo (HENRIQUEZ, 2005).

El pH del suelo afecta la hidrólisis química de triasulfuron, a través de la ruptura del puente sulfonilurea, formando una sulfonamida y una amina heterocíclica. Este herbicida al ser un ácido débil, a pH neutro o básico se mantendrá casi exclusivamente en forma aniónica (HAY, 1990).

Al incorporar cal a un suelo, se aumenta de manera artificial el valor de pH del suelo (SLATTERY y COVENTRY, 1993), lo cual trae consigo una mayor carga negativa, en coloides de carga variable, lo que aumenta la capacidad de intercambio de cationes, y a la vez, aumenta la repulsión aniónica. De esta forma afecta directamente la adsorción de los herbicidas pertenecientes al grupo sulfonilureas (WALKER *et al.*, 1989).

WALKER y WELCH (1989) y RAHMAN *et al.*, (1996), plantean que la cantidad de herbicida sulfonilurea presente en la solución suelo es menor en la medida que el pH del suelo es más bajo. Esto es atribuido principalmente al gran poder adsorptivo que presenta el suelo a pH más ácidos. WALKER *et al.*, (1989), plantean que a valores altos de pH, los herbicidas sulfonilureas clorsulfuron y metsulfuron-metil se comportan como moléculas aniónicas y son débilmente adsorbidas por el suelo.

Por su parte HENRIQUEZ (2005), demostró en condiciones de laboratorio, que al aumentar el pH del suelo mediante la utilización de cal, aumenta la cantidad de herbicidas pertenecientes al grupo sulfonilureas que se encuentra en la solución del suelo. Este aumento fue atribuido a la disminución de la capacidad del suelo de adsorber aniones, situación provocada por el aumento de valores de pH en suelos de carga variable (WALKER y WELCH, 1989). De esta forma, la cantidad de herbicida adsorbido por las cargas positivas de los coloides a pH de valores más bajos, en condiciones de pH más

altos, no es retenido por la matriz coloidal, dando como efecto una mayor cantidad de herbicida presente en la solución (ABDULLAH *et al.*, 2001).

2.3 Efectos del encalado sobre el suelo

Los compuestos calcáreos cuando son aplicados a suelos ácidos, se hidrolizan produciendo hidróxidos y el catión portador. Los hidróxidos reaccionan neutralizando los protones presentes en la solución del suelo. Todos los materiales con un catión base (Ca, Mg, Na y K) ya sean estos óxidos, hidróxidos o carbonatos, reaccionan produciendo este proceso. En el caso de los carbonatos, antes de la reacción final existe como estado intermedio la presencia de bicarbonato. Este bicarbonato se hidroliza posteriormente a dióxido de carbono e hidroxilo. La presencia del catión, usualmente calcio, produce un desplazamiento de hidrógeno y aluminio desde el complejo coloidal hacia la solución del suelo, en donde son precipitados o neutralizados por la presencia de los hidroxilos, formando gibsita en el caso del aluminio y agua en el caso de los protones. En consecuencia, la adición de iones del catión base aumenta el porcentaje de saturación de bases del complejo coloidal y los hidroxilos disminuyen la concentración de hidrógeno y aluminio desde la solución del suelo (BRADY y WEIL, 2000).

El objetivo de aplicar carbonato de calcio (CaCO_3) es desplazar el Al y Mn intercambiables de las arcillas del suelo y neutralizar por precipitación el ion Al^{+3} y/o Mn^{+2} desde la solución del suelo Halvin *et al.*, (1999) citados por PINOCHET *et al.*, (2005). En Chile, el problema de suelos ácidos se reduce principalmente a la toxicidad por Al^{+3} . La aplicación CaCO_3 incrementa la recuperación de los nutrientes por las plantas, mejora las condiciones físicas y biológicas del suelo, mejora la fijación simbiótica de nitrógeno en las leguminosas y mejora la eficiencia de algunos herbicidas (Lazcano-Ferrat, (2003) citado por PINOCHET *et al.*, 2005).

Al incrementar las dosis de encalado en un mismo suelo, se incrementan los valores de pH, lo cual trae como consecuencia una mayor capacidad de intercambio de cationes (CIC), y a la vez un aumento en la repulsión aniónica, afectando directamente procesos como la adsorción electrostática (HENRIQUEZ, 2005).

2.4 Efectos del encalado sobre las malezas

PHUNG *et al.*, (1984), plantean que la adición de cal sobre un cultivo produce un hábitat que logra potenciar la habilidad competitiva del cultivo impidiendo que las malezas colonicen los espacios. Así, también, se manifiesta que aquellas malezas que son capaces de desarrollarse en aquellos suelos a los que se les ha aplicado cal, presentan un mayor crecimiento con respecto a aquellas que se encuentran en suelos a los que no se les ha aplicado cal.

MORA *et al.*, (2002) en su estudio en praderas plantea que la aplicación de cal es capaz de cambiar la composición botánica de una parcela de manera significativa. Así, en parcelas controles (sin cal), las malezas fueron el 87% del total de especies establecidas. Las malezas encontradas en mayor cantidad corresponden a *Agrostis capillaris* L., *Rumex acetocella* L., y *Spergula arvensis* L., especies que se caracterizan por poder desarrollarse en condiciones de pH de suelos bajos (entre 5.2 y 5.4) (RAMÍREZ *et al.*, 1991). Sin embargo, cuando la misma parcela es aplicada con cal, las malezas anteriormente nombradas disminuyen su presencia a un 17% (MORA *et al.*, 2002), favoreciendo la presencia de *Lolium multiflorum* L. y *Holcus lanatus* L.

Un estudio realizado por RAMÍREZ *et al.*, (1991), sugiere que las especies encontradas en los ecosistemas del sur de Chile, son capaces de desarrollarse de acuerdo a las condiciones de suelo que de manera particular,

puedan favorecer a cada una de las especies. Plantea que *Raphanus sativus* L., *Polygonum persicaria* L. y *Lolium multiflorum* L. corresponden a plantas que no son capaces de desarrollarse o competir de manera adecuada en condiciones de pH de suelos menores a 5.6, indicando que este tipo de plantas es capaz de desarrollarse sólo en suelos mejorados o recientemente cultivados.

Por su parte, la especie *Rumex acetocella* L. sería una de las especies que de mayor manera es capaz de desarrollarse en suelos fuertemente ácidos, creciendo en suelos que presentan rangos de pH entre 4.5 y 5.5, prefiriendo valores cercanos a 5.0, al aumentar los valores de pH del suelo a valores cercanos a 5.7, la presencia de esta especie se ve significativamente reducida y su presencia es más bien esporádica, muy lejos de dominar el ecosistema en esas condiciones de pH de suelo (RAMÍREZ *et al.*, 1991).

Las especies *Spergula arvensis* L., *Hypochaeris radicata* L., y *Leontodon taraxacoides* (Vill) Mérat., son clasificadas como especies que en general crecen en suelos ácidos, con valores de pH de suelo cercanos a 5.0. Sin embargo, este tipo de especies tienen un amplio rango de pH de suelo en el cual pueden desarrollarse, dominando sistemas hasta en suelos con valores de pH de suelo cercanos a 5.4 (RAMÍREZ *et al.*, 1991).

La especie *Holcus lanatus* L. tiene la capacidad de desarrollarse en una amplia gama de sitios de características medias de fertilidad; ocupando sitios de baja fertilidad se encuentra normalmente la especie *Agrostis capillaris* L. y en los de alta fertilidad especies como *Lolium multiflorum* L. (LOPEZ *et al.*, 1997). Esta capacidad colonizadora de sistemas de fertilidad media que tiene la especie *Holcus lanatus* L. es comentada por GRIME *et al.*, (1989), quien afirma que *Holcus lanatus* L. domina en suelos de pH cercanos a 5.4, teniendo un rango de pH de suelos que varía entre 5,2 y 5,9, y que raramente se desarrolla en suelos que presenten pH fuertemente ácido (5.0).

La especie *Lolium multiflorum* L. es más agresiva y altamente competitiva por los recursos lumínicos y edáficos en la medida en que la condición de pH de suelo aumenta por sobre el valor de 5.7, por su parte la especie *Agrostis capillaris* L., se desarrolla en un amplio rango de pH entre 4.5 y 6.5 prefiriendo valores cercanos a 5.2 (LOPEZ *et al.*, 1997).

2.5 Efectos del encalado sobre el rendimiento del trigo

KAITBIE *et al.*, (2002) mostraron que el rendimiento de grano de un cultivo de trigo, se incrementa de manera significativa con la adición de cal en suelos que presentan pH cercanos a 5.0. Del mismo modo otro estudio en suelos con pH menor a 5.4, el rendimiento de grano de un cultivo de trigo se incrementó en función de la incorporación de cal al suelo (SCOTT *et al.*, 1989).

El rendimiento de grano de un cultivo de trigo puede variar considerablemente (20 a 47%) dependiendo de la dosis de cal aplicada al suelo. Sin embargo, dependerá del tipo de suelo y de la variedad de trigo si la respuesta será significativa o no. En suelos en que la acidez es un factor determinante en la producción de granos de un cultivo de trigo, el no incorporar cal al suelo puede reducir significativamente el potencial productivo del cultivo (CIUBERKINE *et al.*, 2003, SLATTERY *et al.*, 1993 , COVENTRY *et al.*, 1997).

Por su parte COVENTRY *et al.*, (1989), en su estudio plantean que el aporte de cal a un suelo (2.5 ton ha^{-1}), puede aumentar en un 24% la producción de un cultivo en aquellos cultivares tolerantes a la acidez (pH 5.3) y en un 79% en aquellos cultivares susceptibles, que resienten su desarrollo a pH de suelos menores a 5.6.

COVENTRY *et al.*, (1997), demuestran que cuando se aplican niveles de cal mayores a 4 ton ha^{-1} el rendimiento de granos para el caso de las variedades tolerantes o susceptibles a la acidez no experimenta diferencias, puesto que en esa situación otros factores son los que afectan la producción de granos del cultivo. Los autores explican esta situación debido a que dosis de cal superiores a 4 ton ha^{-1} reducen los niveles de aluminio que son capaces de perjudicar el crecimiento y desarrollo del cultivo.

3 MATERIAL Y METODO

3.1 Ubicación del ensayo

El presente ensayo se realizó en la Estación Experimental Sta. Rosa, predio perteneciente a la Universidad Austral de Chile, ubicado entre los paralelos 39° 45 30" y 39° 47 48" latitud sur y entre los meridianos 73° 14 55" y 73° 13 5" Longitud Oeste. Está situada a 3 km al norte de la ciudad de Valdivia (MONTALDO y ALVARADO, 1984).

El suelo utilizado corresponde a un suelo derivado de cenizas volcánicas (Hapludand), serie Valdivia (pH de 5.0, 14.9% de materia orgánica, saturación de aluminio de 41.1%, 15.3 ppm P-Olsen y textura superficial franco limosa).

3.1.1 Establecimiento del ensayo. En el predio se estableció un ensayo de campo, utilizando trigo cv. As Baer, sembrado el 14 de Agosto del año 2005, a una distancia entre hilera de 20 cm. La dosis de siembra utilizada para establecer dicho cultivo fue de 320 semillas/m² (equivalente a 160 kg de semilla por hectárea).

Para el caso de la aplicación de carbonato de calcio este fue aplicado e incorporado 60 días antes de la siembra, en distintas dosis para cada tratamiento según el diseño experimental.

Con respecto a la fertilización del cultivo, se aplicó de manera uniforme para todas las parcelas involucradas en el ensayo, esta correspondió a 450 unidades de P₂O₅ agregadas con el fertilizante comercial Superfosfato Triple,

180 unidades de nitrógeno aplicadas con el fertilizante salitre sódico, 80 unidades de K_2O suministradas como Muriato de Potasio, 30 unidades de azufre aplicadas con Sulpomag, a su vez se aplicaron 10kg ha^{-1} de Boronitrato de Calcita y 10 kg ha^{-1} de micronutrientes. Se aplicó todo el fertilizante mencionado anteriormente de una sola vez (excepto el nitrogenado), junto con el insecticida de ingrediente activo clorpirifos en una dosis de $2.25\text{ kg i.a. ha}^{-1}$ previo a la siembra (Lorsban 15 G en una cantidad de 15 kg PC ha^{-1}), para posteriormente ser incorporado mediante la utilización de vibro-cultivador. Para el caso del fertilizante nitrogenado este se aplicó parcializado (dos tercios al momento de la siembra y un tercio cuando el cultivo presentó un desarrollo de dos hojas).

3.2 Diseño experimental

El diseño experimental fue de parcelas divididas con 3 tratamientos correspondiente a dos dosis de cal más un control sin aplicación ($0, 5$ y $10\text{ ton cal ha}^{-1}$), 2 sub-tratamientos (con y sin cultivo) y 5 sub-sub-tratamientos o dosis de triasulfuron, equivalentes a $0, 1.875, 3.750, 5.625$ y $7.500\text{ g i.a. ha}^{-1}$ ($0, 2.5, 5.0, 7.5$ y 10 g P.C. ha^{-1}).

La unidad experimental, o sub-sub-tratamiento, que presentó cultivo, estuvo compuesto por una parcela de 2m de largo por 1.2m de ancho, en donde existía una distancia entre hilera de 0.2m . El sub-sub-tratamiento, que no presentó cultivo, estuvo compuesto por una parcela de 1m de largo por 1.2m de ancho.

3.3 Manejos realizados al cultivo

Los manejos realizados al cultivo posterior a su establecimiento, correspondieron a la aplicación del herbicida y al cubrimiento del ensayo, la

finalidad de estos manejos es realizar evaluaciones adecuadas para cumplir los objetivos del presente estudio.

3.3.1 Aplicación del herbicida. La aplicación de herbicida se hizo de acuerdo a las dosis requeridas por el ensayo. Previo a la aplicación, se realizó una calibración adecuada del equipo, que para este caso correspondió a una bomba de espalda con presión de CO₂, que garantiza presión uniforme para lograr los diferentes caudales necesarios para la aplicación.

El volumen de agua utilizado correspondió a 180 litros ha⁻¹, aplicado con cuatro boquillas tipo abanico, que en conjunto tenían un ancho de trabajo de 1.92 m, considerando una altura de barra de 0.5 m.

El herbicida fue aplicado cuando el cultivo se encontraba en el estado de 2 a 4 hojas verdaderas.

Para lograr una aplicación correcta del herbicida, logrando impedir la deriva del herbicida durante la aplicación de este, se protegió cada borde de parcela con cubiertas de polietileno (bastidores) de una altura de 1.5m y 3m de largo.

3.3.2 Cubrimiento del ensayo. Este manejo correspondió a cubrir con malla de manera uniforme el cultivo, para así impedir que las aves silvestres del lugar consuman los granos.

El cultivo estuvo cubierto con malla desde el momento de floración hasta la cosecha de granos. Dicha malla presentaba perforaciones de 5cm de largo por 2cm de ancho, lo que impedía el ingreso de aves silvestres al cultivo.

3.4 Evaluaciones

A continuación se presenta el conjunto de evaluaciones hechas con el material y método utilizado.

3.4.1 Evaluación de fitotoxicidad en el cultivo. Se evaluó la fitotoxicidad del herbicida en todas las unidades experimentales con cultivo, esta evaluación se realizó a los 7, 14, 28 y 45 días posteriores al día de la aplicación. Para realizar dicha evaluación, se utilizó la escala propuesta por el EWRC (European Weed Research Council), cuyos valores varían entre 1 y 9, considerándose como 1 la ausencia de daño por parte del herbicida al cultivo, y el valor 9 a la planta cultivada completamente destruida por efecto del herbicida.

3.4.2 Biomasa aérea y porcentaje de control de malezas. Para determinar la variación de la eficacia del control de malezas del herbicida utilizado, se desarrolló un muestreo en cada una de las unidades experimentales. Para realizar el muestreo se utilizó un cuadrante que medía 0.5m x 0.5m, y la muestra fue tomada en el centro de cada área de la unidad experimental. Las muestras fueron tomadas a los 45 días posterior a la aplicación del herbicida, junto con la última evaluación de fitotoxicidad. Se procedió a extraer la biomasa aérea de las malezas que se encontraban dentro del cuadrante anteriormente descrito, para cortar las malezas a nivel del suelo se utilizaron tijeras manuales.

Las muestras obtenidas fueron separadas por especie, este material se depositó en bolsas de papel, con la respectiva identificación; como el trabajo de identificación y clasificación demoró un cierto número de días (7 días) se hizo necesario almacenar el material vegetal en una cámara de frío (4° C) para retardar la descomposición de este.

Una vez que se clasificaron las especies, se procedió a introducir las muestras en sus respectivas bolsas de papel, y posteriormente se depositaron en una estufa a temperatura de 75°C por 72 horas, con el fin de lograr que se obtenga un peso constante de las muestras (peso seco), para posteriormente registrarlo. Se expresó la materia seca como gMS/m².

El porcentaje de control de cada especie de maleza dicotiledónea se expresó en función de la biomasa obtenida en cada sub-sub-tratamiento de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$PC=(1-(BSSTr/Bt)*100)$$

Donde:

PC = Porcentaje de Control por especie.

BSSTr = Biomasa de la especie en el sub-sub-tratamiento (g) de cada repetición.

Bt = Biomasa de la especie en el tratamiento testigo sin herbicida (g) de cada repetición.

Para el caso de las especies monocotiledóneas no se trabajó con porcentaje de control, puesto que las dosis de herbicida aplicadas controlan solo malezas dicotiledóneas; para este caso en particular, se trabajó con los valores reales de biomasa aérea en los diferentes sub-sub-tratamientos, para posteriormente determinar la variación de la biomasa aérea por efecto de diferentes dosis de cal y herbicida.

3.4.3 Rendimiento de granos y componentes del rendimiento. Se cosechó el trigo de las 60 unidades experimentales cuando el grano presentó una humedad de 14%, considerando que las condiciones climáticas del lugar permitieran realizar esta labor. Para cosechar se procedió a extraer las cuatro

hileras centrales, dejando sin cosechar los 0.25m de cada extremo de la unidad experimental.

El número de espigas por metro cuadrado fue determinado el día de la cosecha, contando las espigas presentes en un metro lineal de las dos hileras centrales de cada sub-sub-tratamiento. Posteriormente se procedió a extraer 20 espigas al azar en el centro de cada sub-sub-tratamiento para determinar el número de granos por espigas. El peso de los 1000 granos fue determinado posterior a la cosecha de granos, contando 1000 granos de cada sub-sub-tratamiento, con tres repeticiones.

3.5 Análisis estadístico

Se realizó una ANDEVA de acuerdo al diseño experimental empleado y cuando este detectó diferencias significativas, se sometió a un test de comparación de medias de TUKEY.

Previo a la realización de la ANDEVA, se procedió a comprobar la homogeneidad de varianza de los valores en estudio, cuando los valores expresados en porcentaje no presentaron homogeneidad de varianza, se procedió a aplicar la función arcoseno del porcentaje.

4 PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 pH del suelo en el momento de la siembra del cultivo

Los valores de pH del suelo obtenidos el día de la siembra, fueron de 5.0, 5.7 y 6.0 para los tratamientos de 0, 5 y 10 ton ha⁻¹ de carbonato de calcio aplicadas al suelo respectivamente, estos valores corroboran lo establecido por WALKER y WELCH (1989) y por COVENTRY *et al.*, (1997), quienes afirman que mientras mayores son las dosis de cal aplicadas al suelo, mayor es el cambio artificial de los valores de pH en aquellos suelos que presentan carga variable. Por otro lado, estos valores se asemejan a los encontrados por FUENTES *et al.*, (2004), en suelos de características similares, con la utilización de iguales dosis de carbonato de calcio aplicadas al suelo. Los valores de pH encontrados son menores a los presentados por BORIE *et al.*, (1999) y por MORA *et al.*, (1999) para los suelos presentes en el sur de Chile, lo que sí se mantiene es la tendencia que existe en relación a los aumentos del pH del suelo por efecto de la aplicación de enmiendas calcáreas; por otro lado, SUAREZ y MARQUEZ (1993) establecen que el tipo de suelo es un factor fundamental en los valores de pH de suelo que se obtienen por efecto de la aplicación de cal, afirmando que mientras mayores son los niveles de materia orgánica presente en el suelo, el cambio artificial de pH por efecto de la aplicación de cal será menor.

4.2 Especies de malezas presentes en el experimento

En el Cuadro 1 se presenta el total de especies presentes en los tratamientos testigos sin herbicida. En estos resultados se observa que las

especies dicotiledóneas son las que en mayor medida aportan a la biomasa aérea total, y dentro de estas especies es *Raphanus sativus*, *Polygonum persicaria*, *Rumex acetosella* y *Spergula arvensis* las que aportan mayor cantidad de biomasa aérea en los tratamientos testigo sin herbicida, esto concuerda con lo encontrado por MONTALDO y ALVARADO (1984) y por FUENTES *et al.*, (2004) quienes encuentran a las mismas especies como las que en mayor cantidad se presentan en los cultivos de trigo establecidos en condiciones similares al de este experimento.

CUADRO 1 Biomasa aérea (g/m²) de las malezas presentes en los tratamientos testigos sin triasulfuron con y sin cultivo, a los 45 días después de la aplicación del herbicida, bajo diferentes dosis de cal aplicadas al suelo.

ESPECIES	CON TRIGO			SIN TRIGO		
	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹
Total especies dicotiledóneas	523,8a	429,6b	373,0c	836.4a	733.5b	571.1c
<i>Raphanus sativus</i> L.	210,9a	189,8b	163,7c	442,5a	403,0b	384,5c
<i>Polygonum persicaria</i> L.	162,1a	127,4b	111,0c	189,8a	166,1b	124,3c
<i>Rumex acetosella</i> L.	74,3a	54,1b	46,9c	112,2a	79,1c	69,9c
<i>Spergula arvensis</i> L.	47,6a	35,9b	35,8b	61,1a	54,7b	39,9c
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	17,9a	14,0ab	12,6b	21,7a	19,5ab	16,8b
<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill) Mérat.	11,0a	8,4ab	3,0b	9,1ab	11,1a	5,6b
Total especies monocotiledóneas	98,8a	94,2a	125,8b	126,3a	124,4a	158.7b
<i>Holcus lanatus</i> L.	30,0a	37.8b	39,3b	35,6a	40.6b	44,1b
<i>Agrostis capillaris</i> L.	28,6a	20,4a	55.6b	45,6 a	40,7a	68,1b
<i>Lolium multuflorum</i> L.	13,2a	31,0b	69,2c	32,6a	50,6b	96,5c

Valores con letras distintas en cada fila difieren estadísticamente al 5%, según Tukey.

Las especies dicotiledóneas aportan un valor cercano al 85% de la biomasa aérea en aquellos tratamientos testigos sin herbicida que no fueron aplicados con cal, a su vez, el aporte que estas especies hacen a la biomasa aérea total, se reduce a un 76% en la medida en que se aumentan los niveles de cal a 10 ton ha^{-1} .

Al analizar cada especie presente en los tratamientos testigos sin herbicida, se observa que *Raphanus sativus* y *Polygonum persicaria* disminuyen su presencia en la medida en que se aumentan los niveles de cal aplicados al suelo. Esto se produciría porque estas especies en general no compiten de manera adecuada en pH de suelos menores a 5,6. Por otro lado el aumento del pH del suelo por efecto del encalado produce, como se planteó anteriormente, una mayor habilidad competitiva del cultivo, lo que influye en la presencia de las diferentes especies en los diferentes niveles de cal aplicados. Sin embargo, cuando el pH del suelo es óptimo para este tipo de especies (cercano a la neutralidad), otras especies compiten por el espacio que *Raphanus sativus* y *Polygonum persicaria* necesitan. Esto último confirma lo descrito por RAMÍREZ *et al.*, (1991), quien afirma que estas especies disminuyen su presencia en los ecosistemas cuando otras especies más agresivas colonizan los espacios.

Los resultados confirman lo planteado por RAMÍREZ *et al.*, (1991), quien afirma que *Raphanus sativus* y *Polygonum persicaria* se limitan a crecer sólo en suelos de alta fertilidad, o que hayan sido manejados recientemente, esto se explica por la baja capacidad que estas especies tienen para competir por los diferentes recursos limitantes del ecosistema.

Para el caso de *Rumex acetosella* se observa que su presencia se reduce en la medida en que se incrementan las dosis de cal aplicadas al suelo, esta situación estaría explicada por lo encontrado por RAMIREZ *et al.*, (1991),

quien plantea que esta especie es capaz de desarrollarse de manera adecuada sólo en pH de suelos fuertemente ácidos (cercaos a 5.0), al aumentar los valores de pH del suelo a valores cercaos a 5.7, la presencia de esta especie se ve significativamente reducida, y su presencia es más bien esporádica, muy lejos de dominar el ecosistema.

Las especies *Spergula arvensis*, *Hypochaeris radicata*, y *Leontodon taraxacoides*, también reducen su presencia en la medida en que se aumentan los niveles de cal aplicados al suelo, esto confirma lo planteado por RAMIREZ *et al.*, (1991), quien afirma que estas especies dominan en suelos de pH entre 5.1 y 5.4.

Para el caso de las especies monocotiledóneas se observa que la especie *Holcus lanatus* incrementa su presencia en la medida en que se incorporan mayores niveles de cal al suelo, esto estaría explicado por lo planteado por GRIME *et al.*, (1989), quien afirma que esta especie se desarrolla en suelos de mediana fertilidad, y en aquellos que presentan un pH entre 5.2 y 5.9, y que en general no domina en aquellos pH de suelo cercaos a 5.0, es por esto que se observa que no existen diferencias entre las dosis de cal de 5 y 10 ton ha⁻¹ aplicadas al suelo, ya que con estas dosis de cal el pH de suelo no es un factor limitante para el desarrollo de *Holcus lanatus*.

La biomasa aérea de *Agrostis capillaris* disminuye en la medida en que se incrementan los niveles de cal aplicados al suelo, esto se debe a que esta especie ocupa sitios de baja fertilidad y se desarrolla en un amplio rango de pH entre 4.5 y 6.5 prefiriendo valores cercaos a 5.2 (LOPEZ *et al.*, 1997).

La biomasa aérea de la especie *Lolium multiflorum* se observa que aumenta en la medida en que se incrementan los niveles de cal aplicados al suelo, esto se explicaría por lo encontrado por RAMIREZ *et al.*, (1991), quienes

plantean que esta especie no sería capaz de desarrollarse o competir de manera adecuada en condiciones de pH de suelos menores a 5.6, por otro lado, el aumento de biomasa aérea de esta especie en la medida en que se incrementan los niveles de cal aplicados al suelo, estaría explicado por lo establecido por LOPEZ *et al.*, (1997), quienes afirman que esta especie es más agresiva y altamente competitiva por los recursos lumínicos y edáficos en la medida en que la condición de pH de suelo aumenta por sobre el valor 5.7.

Se observa en el Cuadro 1 que la biomasa de especies dicotiledóneas comienza a decrecer cuando los niveles de carbonato de calcio aplicados al suelo aumentan, esta situación se repite tanto en los tratamientos con y sin cultivo de trigo, aunque la biomasa aérea tanto de especies monocotiledóneas como dicotiledóneas en todos los tratamientos que no presentan cultivo de trigo es mayor a la biomasa encontrada en los tratamientos con cultivo, estos resultados confirmarían lo planteado por CIUBERKINE *et al.*, (2003), FUENTES *et al.*, (2004) y COVENTRY *et al.*, (1997), quienes plantean que un aumento del pH del suelo, determinaría un hábitat mas favorable para el desarrollo del cultivo, proporcionándole una mayor habilidad competitiva, y creando un ambiente menos favorable para el desarrollo de las especies que se establecen a partir del banco de semillas del suelo.

Aunque se observa que la cantidad de biomasa aérea de las especies monocotiledóneas en forma conjunta aumenta en la medida que se incorporan mayores niveles de cal al suelo, y en la medida que se incrementan las dosis de herbicidas utilizadas, proporcionalmente el aporte que las especies monocotiledóneas hacen al total de malezas es mínimo, por lo que el presente estudio sigue teniendo validez para demostrar que mientras mayores son los niveles de cal para una misma dosis de herbicida, el porcentaje de control de malezas totales aumenta, independiente del incremento de las especies monocotiledóneas.

4.3 Control de malezas dicotiledóneas

En el Cuadro 2 se presentan los porcentajes de control de malezas dicotiledóneas de diferentes dosis de triasulfuron para un mismo nivel de cal aplicado al suelo. En estos resultados se observa que el mayor porcentaje de control de especies dicotiledóneas se logra con la dosis de 7,5 g i.a. ha⁻¹ de triasulfuron independiente de las dosis de cal aplicadas al suelo y de la presencia o ausencia de cultivo. Esta situación se manifiesta tanto para las especies dicotiledóneas analizadas de manera individual, como para el total de ellas. El aumento en el control de malezas dicotiledóneas y el aumento del espectro de acción de este tipo de herbicidas en la medida en que se incrementan las dosis, ha sido investigado por BROWN (1990), ANDERSON *et al.*, (1996) y SARMAH *et al.*, (1998), quienes afirman que existe un porcentaje de control mayor y un espectro de acción más alto en la medida en que se incrementan las dosis de este tipo de productos hasta dosis de 35 g i.a. ha⁻¹.

El hecho de aumentar las dosis para lograr un mayor porcentaje de control y un mayor espectro de acción de este tipo de herbicidas, debe ser estudiado de manera acuciosa puesto que KHAN *et al.*, (2001) y AFIPA (1998), plantean que existen dos factores fundamentales que se deben tomar en consideración en el caso que se pretenda aumentar la dosis de este tipo de productos. Estos factores corresponden al pH del suelo y al cultivo asociado al trigo que lo suceda en la rotación, puesto que este herbicida en particular, causa efecto fitotóxico en trigo cuando se aplican dosis mayores a las recomendadas en aquellos suelos que presentan pH cercanos a 7.0 y que en general los cultivos de leguminosas, que suceden al trigo en la rotación, son altamente sensibles a muy bajas dosis de este tipo de productos.

CUADRO 2 Porcentaje de control de malezas dicotiledóneas con respecto al testigo sin herbicida, a los 45 días después de la aplicación de diferentes dosis de triasulfuron, bajo distintas dosis de carbonato de calcio aplicado al suelo, en condiciones con y sin cultivo de trigo.

Dosis g i.a. ha ⁻¹	CON TRIGO			SIN TRIGO		
	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹
<i>Raphanus sativus</i>						
0,000	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a
1,875	18,9b	22,6b	32,7b	17,3b	12,6a	25,2b
3,750	28,6c	38,6c	59,0c	21,4bc	27,4c	53,1c
5,625	41,9d	61,8d	69,5d	31,8c	55,1d	75,4d
7,500	62,9e	70,9e	75,5e	56,8d	75,0e	79,5e
<i>Spergula arvensis</i>						
0,000	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a
1,875	27,3b	13,3b	19,2b	32,8b	33,9b	17,6b
3,750	31,3bc	23,3c	44,3c	37,6bc	35,9bc	41,1c
5,625	36,3c	44,7d	51,9d	40,4c	52,2c	52,7d
7,500	51,7d	52,6e	70,6e	53,8d	59,8d	64,3e
<i>Hypochoeris radicata</i>						
0,000	0,00a	0,00a	0,0a	0,0a	0,0a	0,00a
1,875	27,2b	19,3b	34,7b	8,4b	25,5b	36,9b
3,750	31,2bc	40,8c	73,5c	29,5c	47,9c	64,2c
5,625	46,4c	78,3d	82,2d	54,1d	67,7d	72,9d
7,500	68,6d	82,4d	90,0e	68,4e	75,2e	79,4e
<i>Leontodon taraxacoides</i>						
0,000	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a
1,875	51,8b	56,1b	39,7b	31,1b	50,8b	37,8b
3,750	54,8b	67,0c	84,7c	32,6b	63,6c	85,2d
5,625	66,0c	89,0d	84,9c	48,7c	89,0d	78,7c
7,500	87,1d	90,0d	90,0d	84,1d	85,6d	84,0d
<i>Polygonum persicaria</i>						
0,000	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a
1,875	21,0b	23,5b	26,4b	25,2b	30,1b	25,6b
3,750	34,7c	33,4c	45,9c	34,7c	40,2c	47,5c
5,625	41,8d	51,0d	63,2d	44,5d	55,4d	64,8d
7,500	55,6e	67,2e	82,6e	57,4e	67,7e	79,8e
<i>Rumex acetosella</i>						
0,000	0,00a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a
1,875	29,2b	26,1b	28,8b	26,8b	17,8b	7,7b
3,750	38,9c	37,4c	44,0c	31,9bc	25,9c	48,5c
5,625	46,2d	50,6d	60,3d	39,7c	54,9d	61,3d
7,500	56,2e	62,9e	80,3e	55,8d	65,3e	75,7e

Valores con letras distintas en cada columna difieren estadísticamente al 5%, según Tukey.

Los resultados anteriores sugieren que es posible lograr similares porcentajes de control de malezas con menores dosis de herbicida y mayores niveles de cal, por ejemplo, se logra un porcentaje de control de *Rumex acetocella* de un 56.2% con 0 tonelada de cal, en cambio al aumentar los niveles de cal aplicados al suelo, un porcentaje similar se logra con dosis de 5.625 g i.a ha⁻¹ y 10 ton de cal aplicadas al suelo (60.3%), lo que de acuerdo al objetivo del presente trabajo establece que mientras mayores son los niveles de cal aplicados al suelo mayor es la eficacia del herbicida estudiado.

Los resultados expuestos en la Figura 1 y 2 evidencian que existen diferencias en el porcentaje de control, por efecto de las diferentes dosis de cal aplicadas al suelo, tanto en los tratamientos con o sin cultivo de trigo, lográndose un porcentaje de control mayor en la medida en que las dosis de carbonato de calcio son incrementadas, este comportamiento se repite para cada una de las especies dicotiledóneas encontradas como para el total de ellas (Figura 3).

La mayor eficacia de control de malezas dicotiledóneas del herbicida triasulfuron observada tanto para cada una de las especies dicotiledóneas (Figura 1 y 2) como para el total de ellas (Figura 3), sería consecuencia del aumento de la proporción de herbicida disponible en la solución suelo por menor adsorción en condiciones de pH de suelo de valores más altos (ABDULLAH *et al.*, 2001) y por el incremento de su persistencia por una menor tasa de hidrólisis (RAHMAN *et al.*, 1996), generándose con esto una condición de mayor biodisponibilidad del herbicida (HENRIQUEZ, 2005).

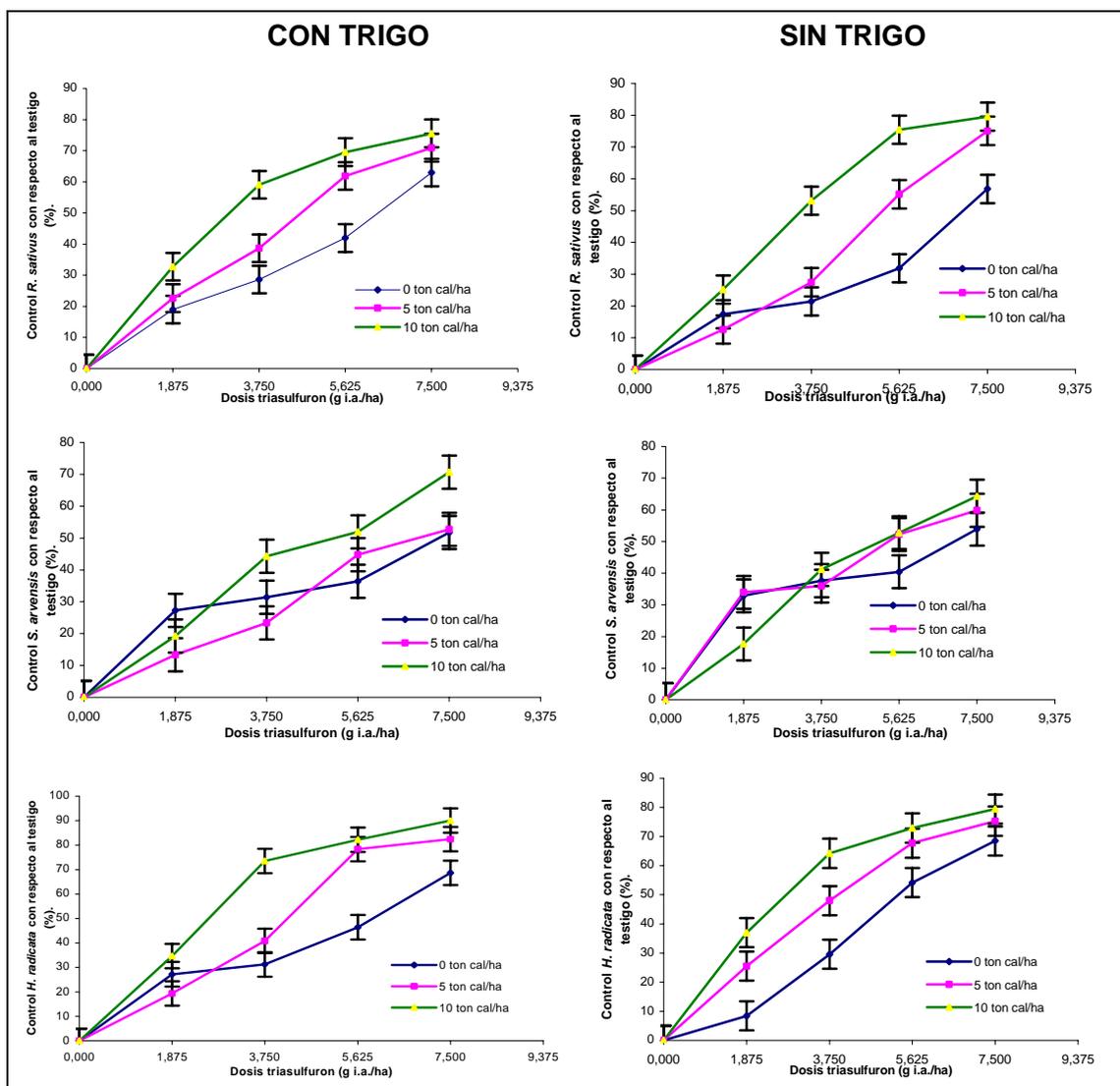


FIGURA 1 Control de *Raphanus sativus*, *Spergula arvensis* e *Hypochaeris radicata* con respecto al tratamiento testigo sin herbicida, a los 45 días después de la aplicación de diferentes dosis de triasulfuron, bajo distintas dosis de carbonato de calcio aplicado al suelo, en sub-tratamientos con y sin cultivo de trigo (DHS al 5% entre diferentes dosis de carbonato de calcio para una misma dosis de herbicida).

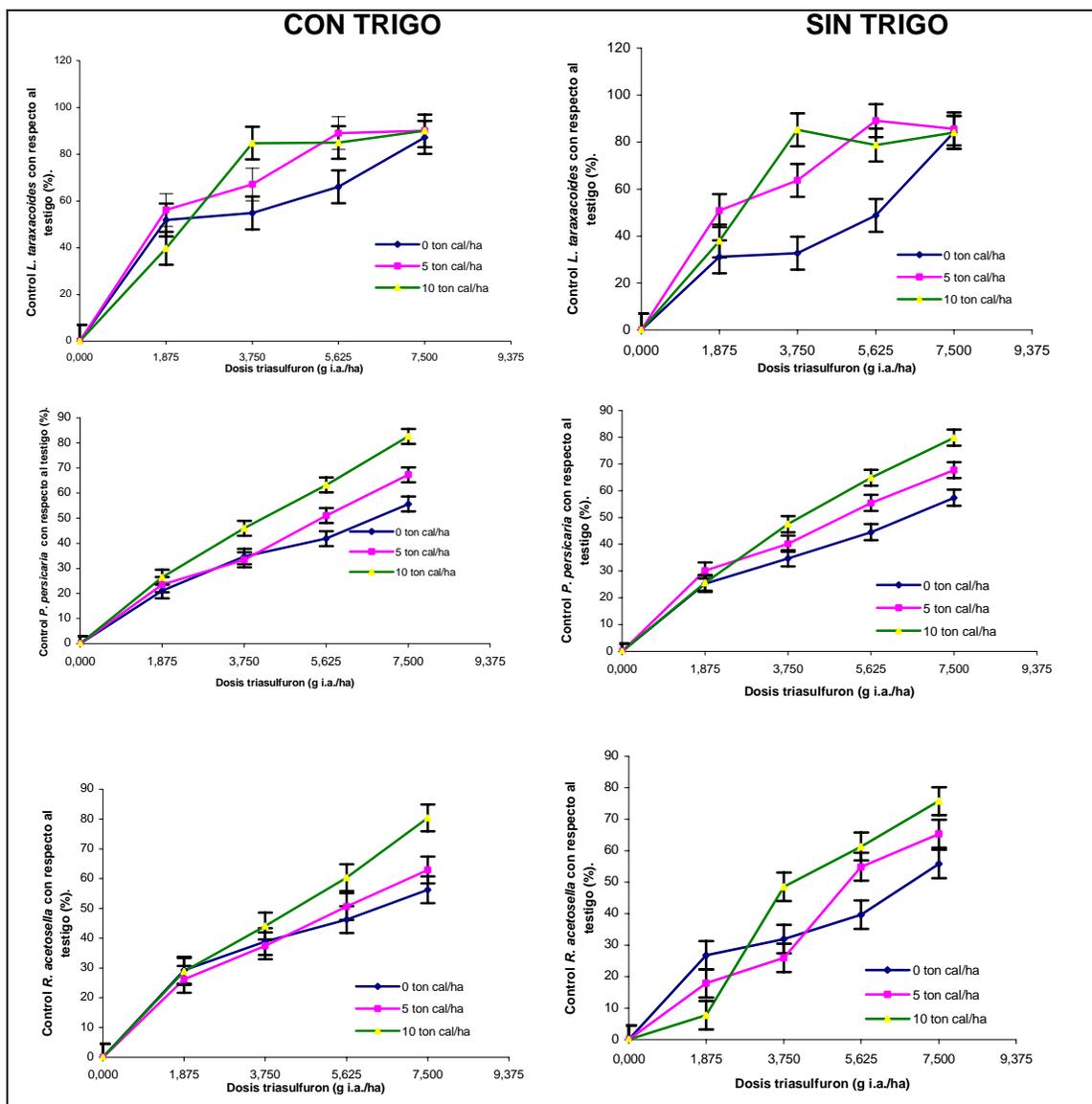


FIGURA 2 Control de *Leontodon taraxacoides*, *Polygonum persicaria* y *Rumex acetosella* con respecto al tratamiento testigo sin herbicida, a los 45 días después de la aplicación de diferentes dosis de triasulfuron, bajo distintas dosis de carbonato de calcio aplicado al suelo, en sub-tratamientos con y sin cultivo de trigo (DHS al 5% entre diferentes dosis de carbonato de calcio para una misma dosis de herbicida).

De acuerdo a la Figura 3, es posible inferir que el aumento del control de malezas dicotiledóneas, sea consecuencia de un efecto conjunto de dos factores. Estos factores han sido descritos por FUENTES *et al.* (2004) y KAITBIE *et al.*, (2002), quienes plantean que el primer factor, lo constituiría la mayor habilidad competitiva del cultivo en la medida que se incrementan los valores de pH del suelo, que reduciría el crecimiento de las malezas, factores que se suman en aquellas parcelas que presentan cultivo y el segundo, la mayor disponibilidad del herbicida en la solución suelo, que permitiría mejorar la eficacia de herbicidas pertenecientes al grupo sulfonilureas.

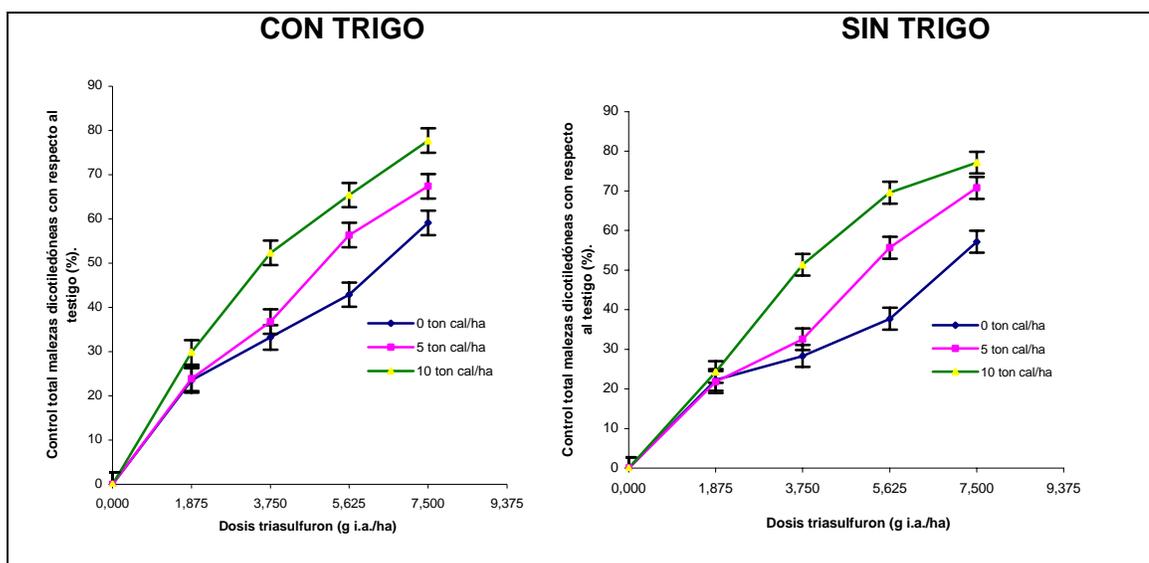


FIGURA 3 Control del total de especies dicotiledóneas con respecto al tratamiento testigo sin herbicida, a los 45 días después de la aplicación de diferentes dosis de triasulfuron, bajo distintas dosis de carbonato de calcio aplicado al suelo, en sub-tratamientos con y sin cultivo de trigo (DHS al 5% entre diferentes dosis de carbonato de calcio para una misma dosis de herbicida).

Los factores anteriormente descritos de manera combinada permitirían lograr similares niveles de control, mediante la utilización de menores dosis de herbicida, a medida que se incrementa el valor de pH del suelo mediante la utilización de cal. Esta tendencia de aumento de la eficacia de control de este tipo de herbicidas por efecto de la aplicación de cal al suelo, también se observa en aquellos tratamientos que no presentan cultivo. En general, como se discutió en puntos anteriores, las especies dicotiledóneas reducen su presencia y las monocotiledóneas aumentan, por lo que el efecto del pH del suelo también tendría un efecto por sí solo en la cantidad de biomasa que las especies aportan al total de biomasa aérea.

Estos resultados sugieren una evaluación de la eficacia de este herbicida en otros tipos de suelos y en diferentes condiciones de acidez, para posteriormente revisar la dosis de triasulfuron habitualmente usada en estos suelos, que corresponde a $7.5 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ (AFIPA, 1998), determinando que la dosis de triasulfuron dependerá de factores tan importantes como el tipo de suelo y la dosis de enmienda calcárea empleada.

4.4 Variación de la biomasa aérea de especies monocotiledóneas

En el Cuadro 3 se observa que mientras mayores son los niveles de herbicida para un mismo nivel de carbonato de calcio aplicado al suelo, mayor es la cantidad de biomasa aérea de las especies monocotiledóneas *Lolium multiflorum* y *Holcus lanatus*. Estos resultados estarían explicados porque al aumentar las dosis de triasulfuron mayor es el porcentaje de control de las especies dicotiledóneas para un mismo nivel de cal aplicado al suelo como se discutió en el punto 4.3, esto permitiría que especies monocotiledóneas sean capaces de colonizar los espacios que sin la aplicación del herbicida estarían ocupados por las especies dicotiledóneas.

CUADRO 3 Biomasa aérea del total de especies monocotiledóneas (g) a los 45 días después de la aplicación de diferentes dosis de triasulfuron, bajo distintas dosis de carbonato de calcio aplicado al suelo, en tratamientos con y sin cultivo de trigo.

Dosis g i.a. ha ⁻¹	CON TRIGO			SIN TRIGO		
	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹
<i>Agrostis capillaris</i>						
0,000	55,6abC	25,4aB	17,3aA	158,1cB	33,2aB	21,1aA
1,875	37,2aA	53,7bB	94,4cC	52,6aA	66,2bA	112,0bB
3,750	53,9bA	92,3cB	84,4cB	66,0aA	108,7cB	104,9bB
5,625	95,1cB	84,4cAB	81,9cA	108,4bA	101,1cA	144,9cB
7,500	140,3dC	80,6cB	45,2bA	169,4dC	149,2dB	60,1aA
<i>Holcus lanatus</i>						
0,000	30,0aA	37,8aB	39,3aB	35,6aA	40,6aB	44,1aB
1,875	31,4aA	36,7aB	46,0abB	44,1aA	43,1bB	59,9bB
3,750	35,2aA	44,7bB	63,4bB	43,2aA	58,7cB	72,8cB
5,625	46,5bA	63,2cB	65,4cB	58,3bA	70,4dB	67,1bcB
7,500	61,4cB	66,8cB	41,1aA	68,2cB	65,6dB	51,9abA
<i>Lolium multiflorum</i>						
0,000	13,2aA	31,0aB	69,2aC	32,6aA	50,6aB	96,5aC
1,875	19,7aA	65,3bB	113,6bC	45,7bA	97,3bB	139,7bC
3,750	41,2bA	109,1cB	141,1cC	58,8cA	137,3cB	172,4cC
5,625	50,9cA	139,3dB	192,2dC	71,5dA	167,7dB	213,8dC
7,500	59,6dA	191,6eB	228,4eC	71,4dA	214,7eB	262,0eC
Total monocotiledóneas						
0,000	98,8aA	94,2aA	125,8aB	126,3aA	124,4aA	158,7aB
1,875	88,3aA	155,7bB	254,0bC	142,4bA	206,6bB	311,6bC
3,750	130,3bA	246,1cB	288,9cC	168,0cA	304,7cB	350,1cC
5,625	192,5cA	286,9dB	339,5dC	238,2dA	339,2dB	425,8eC
7,500	261,3dA	339,0eC	305,6cB	309,0eA	429,5eC	384,0dB

Valores con letras minúsculas distintas en cada columna, y valores con letras mayúsculas distintas en cada fila, difieren estadísticamente al 5%, según Tukey.

Para el caso de *Agrostis capillaris*, ocurre una situación distinta puesto que mientras mayores son las dosis de cal aplicadas al suelo menor es la cantidad de biomasa aérea de esta especie, resultado explicado por la menor habilidad competitiva que presenta esta especie en condiciones de pH altos, como se discutió en puntos anteriores.

Al analizar la variación de la biomasa aérea de las especies monocotiledóneas de manera individual, se establece que para el caso de

Agrostis capillaris, la mayor cantidad de biomasa aérea para una misma dosis de herbicida se presenta cuando los niveles de aplicación de carbonato de calcio al suelo son 0 ton cal ha⁻¹, esta situación es explicada por RAMÍREZ *et al.*, (1991), quien establece que pH de suelo de valores más bajos proporcionan una condición más favorable para el desarrollo de esta especie.

Cuando los niveles de carbonato de calcio aplicados al suelo son mayores, la especie que aumenta su presencia de manera significativa es *Lolium multiflorum*, ya que de acuerdo a lo planteado por LOPEZ *et al.*, (1997), y por RAMÍREZ *et al.*, (1991), esta especie tiene la capacidad de competir de manera agresiva cuando la condición de pH de suelo le es favorable, dominando en ecosistemas donde el pH del suelo es superior a 5,7.

Para el caso de la especie *Holcus lanatus* L. se observa en el Cuadro 3 que su presencia aumenta de manera significativa cuando se incorporan 5 ton cal ha⁻¹ en relación a 0 ton cal ha⁻¹. Cuando los niveles de cal aplicados al suelo fueron 10 ton cal ha⁻¹, la biomasa de esta especie no presentó diferencias con el nivel de 5 ton cal ha⁻¹; esta situación estaría explicada por lo propuesto por GRIME *et al.*, (1989), quien afirma que esta especie se desarrolla en suelos de mediana fertilidad, y que en general, no domina en aquellos suelos que presentan un pH cercano a 5.0, es por esto, que se observa que no existen diferencias entre las dosis de cal de 5 y 10 ton ha⁻¹ aplicadas al suelo, ya que con estas dosis de cal, el pH del suelo no es un factor limitante para el desarrollo de *Holcus lanatus*.

Como se planteó anteriormente, especies como *Lolium multiflorum* son mucho más agresivas en la utilización de los recursos cuando los pH del suelo son más altos. La situación anterior se produce en todas las dosis de herbicida estudiadas.

Mientras mayores son los niveles de carbonato de calcio aplicados al suelo, es posible que la dosis más alta de triasulfuron aplicada, tenga un efecto fitotóxico en las especies monocotiledóneas *Agrostis capillaris*, *Holcus lanatus* y en el total de especies monocotiledóneas, puesto que al observar los análisis estadísticos representados en el Cuadro 3, queda de manifiesto que la biomasa aérea de estas especies monocotiledóneas con las mayores dosis de herbicida estudiado, en los tratamientos con y sin cultivo de trigo disminuye de manera significativa.

El control que otros herbicidas sulfonilureas como el thifensulfuron pueden ejercer sobre especies monocotiledóneas ha sido expuesto por RAHMAN *et al.*, (1996), quien establece que este tipo de herbicida en dosis recomendadas por fabricante ejerce control aceptable sobre especies monocotiledóneas de diferentes géneros.

Lo anteriormente descrito, establece la posibilidad de que con los niveles de herbicida y cal estudiados, las especies de malezas monocotiledóneas no alcancen a metabolizar la molécula de herbicida, produciendo un efecto fitotóxico aún en este tipo de especies. Estos resultados concuerdan con lo establecido por KHAN *et al.*, (2001), quien establece que los herbicidas sulfonilureas pueden aumentar su espectro de acción en la medida en que se aumentan las dosis de ingrediente activo utilizado, quedando mayor cantidad de este disponible para ejercer acción herbicida; en este caso, la mayor disponibilidad de este producto, estaría dada por la menor adsorción del herbicida en la medida en que se incorporan mayores niveles de cal en este tipo de suelos.

De acuerdo a los objetivos planteados en el presente trabajo, el hecho de que exista efecto fitotóxico aún en especies monocotiledóneas en las dosis de cal y herbicida estudiados, dejan de manifiesto que el espectro de acción y el

porcentaje de control de este tipo de herbicidas aumenta en la medida en que se aumentan los valores de pH de suelo, dejando mayor cantidad de herbicida disponible en la solución suelo como se discutió en puntos anteriores.

4.5 Control de malezas totales

En la Figura 4 se observa que a medida que se incrementan las dosis de herbicida, mayor es el control de especies totales para diferentes dosis de cal aplicadas al suelo en ambos sub-tratamientos. Considerando que como se observó en los puntos 4.2, la cantidad de biomasa aérea de especies monocotiledóneas es comparativamente menor a la cantidad de biomasa que aportan las especies dicotiledóneas, es por esto que como este herbicida en las dosis empleadas no controla malezas gramíneas, el porcentaje de control de malezas totales es inferior al porcentaje de control de malezas dicotiledóneas, en el punto 4.3 se observaba que el porcentaje de control de este tipo de especies se aproxima a un 80% para las dosis de herbicida y cal más altas, pero al analizar el conjunto de malezas totales este porcentaje de control, se reduce a valores de alrededor de un 70%, situación ocurrida por el incremento de biomasa de especies monocotiledóneas discutido en el punto 4.4.

De acuerdo a lo observado en la Figura 4, la aplicación de este producto en dosis recomendadas como única herramienta para el control de malezas en un cultivo de trigo, no logra el control total de las malezas; estos resultados concuerdan con lo planteado por VITTA (2003), quien afirma que el control total de malezas no se puede lograr en condiciones de campo con el uso de una sola técnica.

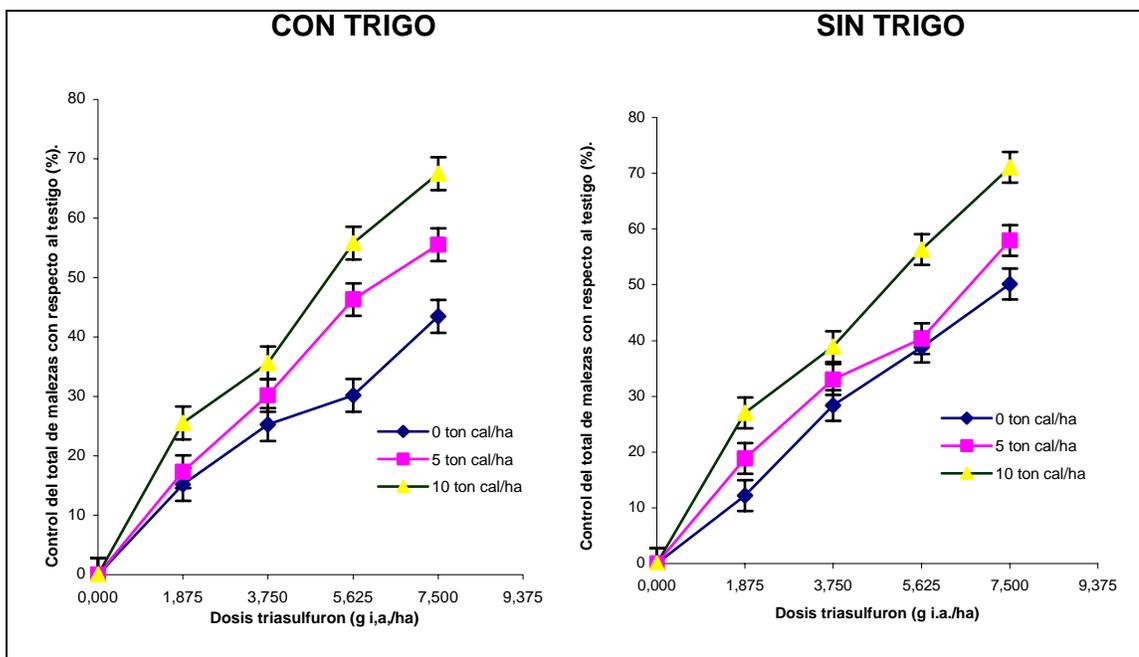


FIGURA 4 Control del total de malezas con respecto al tratamiento testigo sin herbicida, a los 45 días después de la aplicación de diferentes dosis de triasulfuron, bajo distintas dosis de carbonato de calcio aplicado al suelo, en sub-tratamientos con y sin cultivo de trigo (DHS al 5% entre diferentes dosis de carbonato de calcio para una misma dosis de herbicida).

Se observa en la Figura 4 que el máximo control de malezas obtenido sin la aplicación de cal corresponde a un valor cercano al 40%, este valor dista bastante del porcentaje de control logrado con las otras dosis de cal, pero es explicado porque el pH de este suelo es 5.0, lo que por una parte produce que el control de malezas dicotiledóneas sea menor como se discutió en puntos anteriores y que no exista control alguno de especies monocotiledóneas en las dosis estudiadas, por lo que para lograr un mayor porcentaje de control sería necesaria la utilización de otra técnica o producto que tenga un mayor espectro de acción en la situación de pH y cultivo empleado (CASLEY *et al.*, 1993).

Por otra parte de acuerdo a lo señalado por AFIPA (1998), para lograr un mayor control del total de malezas existentes en un cultivo de trigo bajo condiciones de campo, triasulfuron debe ser aplicado de manera conjunta con aquellos productos que controlen las malezas que este herbicida en las dosis recomendadas no controla (malezas monocotiledóneas); por su parte, CASLEY *et al.*, (1993), plantea que para aumentar la selectividad y el espectro de acción de las sulfonilureas en cultivos de cereales, se pueden utilizar sustancias protectoras que promueven la degradación y conjugación del herbicida en el cultivo, pero no en las malezas, posibilitando entonces aumentar las dosis del herbicida para aumentar el porcentaje de control como se discutió en el punto 4.3.

4.6 Fitotoxicidad y producción de granos del cultivo

El herbicida aplicado no tuvo efecto fitotóxico considerable sobre el cultivo de trigo, situación presentada en el Cuadro 4. Si bien existió un leve efecto fitotóxico evaluado con el factor número 2 (débil decoloración o reducción de crecimiento) con la escala EWRC (European Weed Research Council) a los 7 días después de la aplicación de 7.5 g i.a. ha⁻¹ para las diferentes dosis de carbonato de calcio aplicadas al suelo, este efecto fue muy débil. A su vez, en las siguientes evaluaciones, se observó que el cultivo de trigo no presentó daño alguno por efecto del herbicida, estas evaluaciones concuerdan con lo establecido por KHAN *et al.*, (2003), quien plantea que el herbicida triasulfuron no ocasiona efecto fitotóxico en trigo, cuando es aplicado en dosis recomendada por fabricante, a los 45 días posterior a la siembra en suelos con pH menor a 7.0.

CUADRO 4 Evaluación de fitotoxicidad (*) del herbicida triasulfuron sobre el cultivo de trigo utilizando la escala EWRC (European Weed Research Council) a los 7, 14, 21, y 45 días después de la aplicación del herbicida (DDA).

Dosis g i.a. ha ⁻¹	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹
Fitotoxicidad 7 DDA			
0,000	1	1	1
1,875	1	1	1
3,750	1	1	1
5,625	1	1	1
7,500	2	2	2
Fitotoxicidad 14 DDA			
0,000	1	1	1
1,875	1	1	1
3,750	1	1	1
5,625	1	1	1
7,500	1	1	1
Fitotoxicidad 21 DDA			
0,000	1	1	1
1,875	1	1	1
3,750	1	1	1
5,625	1	1	1
7,500	1	1	1
Fitotoxicidad 45 DDA			
0,000	1	1	1
1,875	1	1	1
3,750	1	1	1
5,625	1	1	1
7,500	1	1	1

(*) 1: Sin reducción del crecimiento o ausencia de daño.

9: Cultivo completamente destruido por acción del herbicida.

Los componentes del rendimiento presentados en el Cuadro 5, muestran que dichos valores aumentan en la medida en que se incrementan las dosis de herbicida para un mismo nivel de cal aplicado al suelo, por otro lado, existen diferencias entre las dosis de cal de 10 ton ha⁻¹ en comparación a 0 ton ha⁻¹ para un mismo nivel de herbicida en todos los componentes del rendimiento evaluados, esto coincidiría con lo discutido en el punto 4.3 en relación al efecto conjunto de los factores habilidad competitiva del cultivo, acrecentada por la adición de cal, y el aumento en el control de malezas por efecto de la mayor disponibilidad del herbicida en la solución suelo, que hacen que el cultivo sea

capaz de destinar los fotoasimilados a la producción de granos, y no a competir por recursos escasos que en situaciones de bajos niveles de cal y herbicida son utilizados por otras especies.

CUADRO 5 Variación de los componentes del rendimiento del cultivo medidos al momento de la cosecha, para diferentes dosis de triasulfuron, bajo distintas dosis de carbonato de calcio aplicado al suelo.

Dosis g i.a. ha ⁻¹	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹
Espigas/m ²			
0,000	21aA	39aAB	60aB
1,875	57bA	78bB	90bB
3,750	123cA	165cB	226cC
5,625	201dA	205dA	318dB
7,500	290eA	307eA	372dB
Peso 1000 granos			
0,000	35aA	41aB	40aB
1,875	41abA	42abAB	42abB
3,750	41abA	45bB	46bB
5,625	42abA	45bB	45bB
7,500	44bA	44abB	45bB
Número de granos/espiga			
0,000	10aA	11aB	12aB
1,875	14bA	15bA	20bB
3,750	30cA	30cA	32cB
5,625	39dA	40dA	42dB
7,500	42dA	43dA	44dB

Valores con letras minúsculas distintas en cada columna, y con letras mayúsculas distintas en cada fila, difieren estadísticamente al 5%, según Tukey.

Al analizar los componentes del rendimiento (Cuadro 5), se puede observar que existieron diferencias en todos los componentes evaluados, para diferentes dosis de triasulfuron y para distintas dosis de carbonato de calcio aplicadas al suelo. Estos resultados concuerdan con lo planteado por COVENTRY *et al.*, (1997), y por MADAFIOLIO *et al.*, (2006), quienes establecen que al aumentar el pH del suelo de manera artificial en suelos de pH ácido (5.0) y al lograr un mayor porcentaje de control de malezas en un cultivo

de trigo, aumenta de manera significativa el valor de los componentes del rendimiento.

Dentro de los componentes del rendimiento presentados en el Cuadro 5, se observa que existen diferencias entre la aplicación de 0 ton cal ha⁻¹ y 5 o 10 ton cal ha⁻¹ para diferentes dosis de herbicida, esto está asociado a lo discutido en puntos anteriores en donde se pone de manifiesto el mayor control de malezas a medida que se incrementan las dosis de herbicida aplicados, que hace que el cultivo tenga el espacio para desarrollarse y utilizar la energía en la formación de granos (MADAFIGLIO *et al.*, 2006 y MELLADO y PEDREROS *et al.*, 2005) y no en competir por recursos que en dosis de herbicida bajas estarían ocupados por otras especies, lo que hace que el cultivo destine energía a competir por espacio para poder desarrollarse lo que produce reducciones significativas en el rendimiento de granos como se observa en la Figura 5 al analizar las dosis de 0 y 1.875 g i.a. ha⁻¹.

En la Figura 5 se observa que existen diferencias significativas en el rendimiento de granos a partir de la aplicación de 3,75 g i.a. ha⁻¹ de triasulfuron para las diferentes condiciones de pH del suelo, encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos con y sin aplicación de carbonato de calcio, esto concuerda con lo planteado por SCOTT *et al.*, (1989), quienes afirman que en suelos con pH menor a 5.4, el rendimiento de grano de un cultivo de trigo se incrementa en función de la incorporación de cal al suelo.

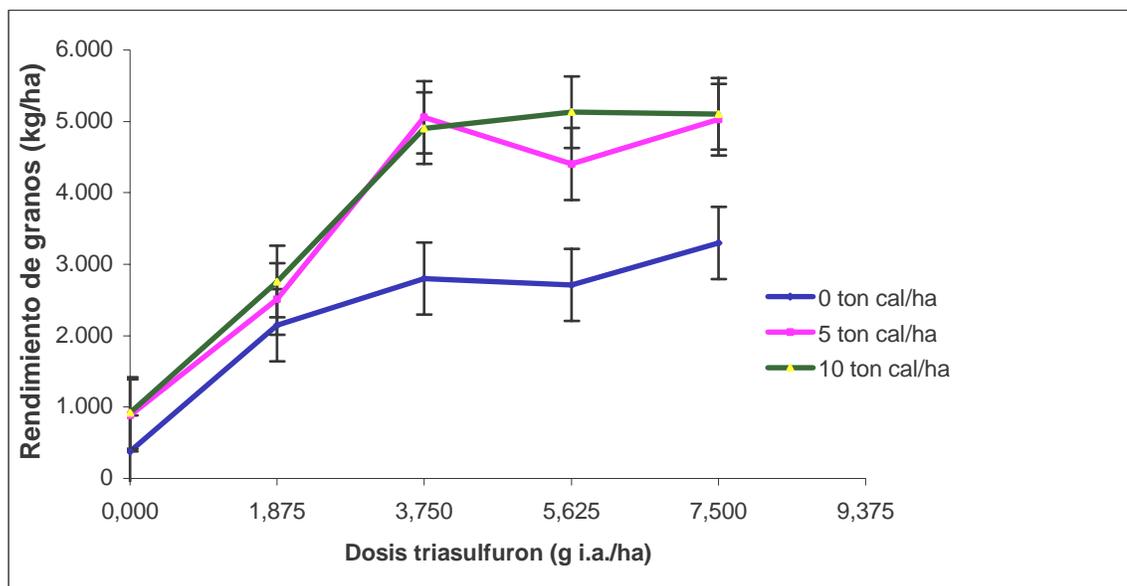


FIGURA 5 Rendimiento de granos de los tratamientos con cultivo de trigo, para diferentes dosis de triasulfuron, bajo distintas dosis de carbonato de calcio aplicado al suelo (DHS al 5% entre diferentes dosis de carbonato de calcio para una misma dosis de herbicida).

En la figura 5 queda de manifiesto que los mayores rendimientos de grano se obtienen con las aplicaciones de 5 o 10 ton cal ha⁻¹ sin evidenciar diferencias significativas entre las dos dosis de carbonato de calcio aplicadas al suelo, esto concuerda con lo planteado por CONENTRY *et al.*, (1997), quienes demuestran que cuando se aplican niveles de cal mayores a 4 ton ha⁻¹ el rendimiento de granos para el caso de variedades tolerantes o susceptibles a la acidez no experimenta diferencias.

De acuerdo a los objetivos planteados en el presente estudio, se establece que si bien existe un aumento de la disponibilidad del herbicida con las aplicaciones de cal en este tipo de suelos, esta situación no afectó el rendimiento de grano ni los componentes de rendimiento del cultivo.

5 CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en que se realizó el ensayo se puede concluir que:

Con menores dosis de triasulfuron es posible obtener el mismo porcentaje de control de malezas cuando se incrementan los niveles de cal aplicados a un suelo Hapludand.

Con la aplicación de encalado en un suelo Hapludand, se puede aumentar entre un 10 a un 35% el control de las especies *Raphanus sativus* L., *Polygonum persicaria* L., *Rumex acetosella* L., *Spergula arvensis* L., *Hypochaeris radicata* L. y *Leontodon taraxacoides* (Vill.) Mérat. para una misma dosis de triasulfuron.

Los incrementos de carbonato de calcio aplicados al suelo, producen un aumento de la biomasa del total de especies monocotiledóneas. Sin embargo, cuando las dosis de herbicida son mayores, existe control de *Agrostis capillaris* L. y de *Holcus lanatus* L.

El aumento de la eficacia del herbicida triasulfuron por efecto del encalado, no varía la selectividad del herbicida, no afectando el rendimiento de granos ni los componentes del rendimiento.

Por tanto, se acepta la hipótesis que el incremento del pH de un suelo Hapludand mediante la aplicación de carbonato de calcio, aumenta la eficacia del herbicida triasulfuron en un cultivo de trigo.

6 RESUMEN

La aplicación de cal en los suelos ácidos presentes en el sur de Chile, es una práctica que se ha intensificado a lo largo del tiempo. Por otro lado dentro del cultivo del trigo se utilizan de manera creciente las sulfonilureas, con el fin de controlar las malezas dicotiledóneas que se presenten en el cultivo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar en un cultivo de trigo, bajo condiciones de campo, la eficacia de diferentes dosis de triasulfuron sobre el control de malezas en un suelo Hapludand, sometido a diferentes dosis de encalado.

El suelo utilizado en la capa arable presentó un pH inicial de 5,0; un contenido de materia orgánica de 14,9% y un porcentaje de saturación de aluminio de 41,1%. El diseño experimental empleado fue de parcelas divididas con 3 tratamientos, correspondientes a dos dosis de cal más un control sin aplicación (0, 5 y 10 ton cal ha⁻¹), 2 sub-tratamientos (con y sin cultivo) y 5 sub-sub-tratamientos o dosis de triasulfuron equivalentes a 0, 1.875, 3.75, 5.625 y 7.5 g i.a. ha⁻¹. El pH inicial medido a los 60 días después de la aplicación de cal varió a 5.0, 5.7 y 6.0 con las diferentes dosis.

La biomasa de malezas dicotiledóneas se redujo sólo por efecto del herbicida en un 59% en los tratamientos con cultivo, y en un 57% en los tratamientos sin cultivo, el efecto de la aplicación de cal al suelo redujo la biomasa de las especies dicotiledóneas desde un 85% a un 75%.

El máximo control de las especies dominantes *Raphanus sativus*, *Spergula arvensis*, *Polygonum persicaria* y *Rumex acetosella* se logró con dosis

de triasulfuron de 7,5 g i.a. ha⁻¹ y 10 ton de cal ha⁻¹, cuando se utilizaron dosis de cal menores el control de malezas disminuyó de manera significativa.

Cada una de las especies monocotiledóneas encontradas presentó un comportamiento distinto de acuerdo al pH del suelo, pero al evaluar el total de malezas monocotiledóneas en conjunto, se observó que mientras mayores son las dosis de triasulfuron para un mismo nivel de cal aplicado al suelo, aumentó la biomasa de especies monocotiledóneas totales.

Los resultados muestran que la aplicación de cal a un suelo Hapludand produce un hábitat más favorable para el desarrollo del cultivo, lográndose con esto aumentos significativos en el rendimiento de granos; así también, la utilización de cal en un suelo Hapludand, aumenta la eficacia del herbicida sobre el control de malezas dicotiledóneas en un cultivo de trigo.

SUMMARY

Application of lime in the acid soils present in the south of Chile is a practice that has intensified along the time. Also during wheat cropping, sulfonylureas are been increased, with the objective of controlling dicotiledoneous weed present during the crop. The aim of this work was to evaluate during wheat cropping, under field conditions, the efficacy of different rate of triasulfuron on the control of weeds in a Hapludand soil, treated whit different levels of liming.

The soil used presented an initial pH of 5,0; a content of organic matter of 14.9% and a percentage of aluminum saturation of 41,1%. The experimental design was split plot with 3 treatments, corresponding to two level of lime and one control without application (0, 5 10 ton lime ha⁻¹), 2 sub-treatments (with and without cultivation) and 5 sub-sub-treatments or rate of equivalent triasulfuron to 0, 1.875, 3.75, 5.625 7.5 g a.i. ha⁻¹. Initial measured pH to the 60 days after the application of lime varied to 5.0, 5.7 and 6.0 with the several used dose.

Dry matter of dicotiledoneous weed only decreased for effect of the herbicide in a 59% in the treatments with cultivation, and in a 57% in the treatments without cultivation. The effect of the application of lime to soil reduced the dry matter of the dicotiledoneous species from a 85% to a 75%.

Maximum control of the dominant species *Raphanus sativus*, *Spergula arvensis*, *Polygonum persicaria* y *Rumex acetosella* was achieved with rate of triasulfuron of 7,5 g a.i. ha⁻¹ and 10 ton of lime ha⁻¹. Whit no lime or 5 ton of lime ha⁻¹, the control of weeds diminished.

The monocotyledonous weeds presented different behavior according to soil pH, however the total amount of monocotyledonous weeds increased with the increase of the dose of triasulfuron for a same level of lime applied to the soil.

These results showed that the application of lime to a Hapludand soil produces more favorable conditions for the development of the crop, obtaining significant increases in the grain yield; as also, the use of lime in a Hapludand soil increase the efficacy of the herbicide on the control of dicotyledonous weed during wheat cropping.

7 BIBLIOGRAFIA

- ABDULLAH, A., SINNAKKANNU, S., TAHIR, N. 2001. Adsorption-desorption behaviour of metsulfuron-methyl in selected Malaysian agriculture. Fresenius Environment Bulletin 10: 94-97.
- ANDERSON, J., BELL, S., BEST, W., DRYGALA, P., WATSON, K. 1996. Synthesis and herbicidal activity of 1,4 - benzoxazin - 3 - one sulfonylureas. Pesticide Science 46: 131-138.
- ASOCIACIÓN DE FABRICANTES E IMPORTADORES DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS AGRÍCOLAS (AFIPA). 1998. Manual Fitosanitario 1998-1999. Santiago, Chile. Gredos Ltda. 677p.
- BERNAL, V. 1982. Evaluation of isoproturon for the control of wild oats and *Phalaris minor* L. in North Western Mexico. 4th Congress of Latin American Weed Association, junio 1982 (Weed Absts. 38: 85).
- BLAIR, A., MARTÍN, T. 1988. A review of the activity, fate and mode of action of sulfonylurea herbicides. Pesticide Science 22: 195-219.
- BORIE, F., GALLARDO, F., MORA, M., GARCÍA, J. 1999. Sensibilidad y tolerancia a la acidez de los cultivos en condiciones de campo. Frontera Agrícola 5: 19 – 28.
- BRADY, N., WEIL, R. 2000. Elements of the nature and properties of soils. México. Prentice – Hall Hispanoamérica. 559p.

- BROWN, H. 1990. Mode of action, crop selectivity, and soil relation of sulphonylurea herbicides. *Pesticide Science* 29: 263 – 281.
- CASLEY, J., WILSON, E., ARNOLD, G. 1993. Enhancement of mechanical weed control by sub-lethal doses of herbicide. *Proceedings European Weed Research Society Symposium*. Wageningen, Holanda. 412p.
- CIUBERKINE, D., CIUBERKIS, S., KONCIUS, D. 2003. Changes in soil agrochemical properties, weed flora and productivity of the rotation in differently limed and fertilized soil. *Zemdirbyste Mokslo Darbai* 83: 111 - 125.
- COVENTRY, D., WALKER, B., MORRISON, G., HYLAND, M., AVERY, J. 1989. Yield responses to lime of wheat and barley on acid soils in north – eastern Victoria. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 29: 209 – 214.
- COVENTRY, D., SLATTERY, W., BURNETT, V., GANNING, G. 1997. Longevity of wheat yield response to lime in south – eastern Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 37: 571 – 575.
- FUENTES, R. 1987. Malezas y su control. pp 239 – 261. In: CARRILLO, R. Aspectos tecnológicos y económicos en la producción de trigo. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 366p.
- FUENTES, R. 1992. Características de los principales grupos de herbicidas. In: IPSV / UACH. Curso de uso y manejo de plaguicidas. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Universidad Austral de Chile. Valdivia pp. 97-121.

- FUENTES, R., JEREZ, G., PINOCHET, D. 2004. Efecto de enmiendas calcáreas sobre la eficacia de metsulfuron-metil en el control de malezas en trigo. *Soil Science and Plant Nutrition* 4(2): 1-7.
- GRIME, J., HODGSON, J., HUNT, R. 1989. *Comparative plant ecology: A functional approach to common British species*. London, Great Britain. 742p.
- HAY, J. 1990. Chemistry of Sulphonylurea herbicides. *Pesticide Science* 29: 247 – 261.
- HENRIQUEZ, J. 2005. Variación de la biodisponibilidad de metsulfuron – metil y triasulfuron bajo distintas condiciones de encalado en dos suelos de la décima región de Chile. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 54p.
- KAITBIE, S., EPPLIN, F., KRENZER, E., ZHANG, H. 2002. Economics of lime and phosphorus application for dual – purpose winter wheat production in low – pH soils. *Agronomy Journal* 94 (5): 1139 – 1145.
- KHAN, N., KHAN, S., HASSAN, G., KHAKWANI, A., NAWAS, Q. 2001. Studies on chemical weed control measures in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Biological Sciences* 1: 584 – 586.
- KHAN, N., HASSAN, G., AZIM, M. 2003. Efficacy of different herbicides for controlling weeds in wheat crop at different times of application. *Asian Journal of Plant Sciences* 2: 305 – 309.

- KOGAN, M. 1993. Manejo de malezas en plantaciones frutales. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile. Alfabeto Impresiones. 227p.
- LEGUIZAMON, L. 2003. Cátedra de malezas. Departamento de sistemas de producción vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. Santa Fe. Argentina. 124p.
- LOPEZ, I., BALOCHI, O., LAILHACAR, P., OYARZÚN, C. 1997. Caracterización de sitios de crecimiento de seis especies pratenses nativas y naturalizadas del dominio húmedo de Chile. *Agro Sur* 25 (1): 62 – 80.
- MADAFIGLIO, G., MEDD, R., CORNISC, P., DE VEN, R. 2006. Seed production of *Raphanus raphanistrum* L. following herbicide application during reproduction and effects on wheat yield. *Weed Research* 46: 50 – 60.
- MELLADO, M., PEDREROS, A. 2005. Efecto de herbicidas aplicados durante la madurez del grano de trigo en el rendimiento y calidad del grano. *Agricultura Técnica* 65(3): 312 – 318.
- MONTALDO, P., ALVARADO, F. 1984. Dinámica en poblaciones de malezas en un sistema trigo – malezas. Valdivia, Chile. *Agricultura técnica* 44: 263 – 268.
- MORA, M., CARTES, P., DEMANET, R., CORNFORTH, I. 2002. Effects of lime and gypsum on pasture growth and composition on an acid andisol in Chile, South América. *Soil Science* 33: 2069 - 2081.

- MORA, M., DEMANET, R. 1999. Uso de enmiendas calcáreas en suelos acidificados. *Frontera Agrícola* 5: 43 – 58.
- OLEA, F. 1996. Persistencia y movimiento de terbutilazina en tres suelos de la Región de Los Lagos. Tesis Licenciado en Agronomía. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 69p.
- OPPONG, F., SAGAR, G. 1992. The activity and mobility of triasulfuron in soil as influenced by organic matter, duration, amount and frequency of rain. *Weed Research* 32: 157 – 165.
- PHUNG, H., POPAY, A., HARTLEY, M. 1984. Effect of lime on emergence and early growth of gorse seedlings. 37th Weed and Pest Control Conference: 191 – 193.
- PINOCHET, D. RAMIREZ, F. SUAREZ, D. 2005. Evaluación de la calidad agrícola de cuatro enmiendas calcáreas en un suelo ácido derivado de cenizas volcánicas. *Agro Sur* 33: 29-35.
- PUSUNO, A., FIORI, M., BRASCHI, I., GESSA, CARLO. 2003. Adsorption and desorption of triasulfuron by soil. *Journal of agricultural and food chemistry* 51: 5350-5353.
- RAHMAN, A., JAMES, T., CORNWEL, M. 1996. Influence of lime on activity and persistence of tribenuron and thifensulfuron in soil. 49th Conference Proceedings of the New Zeland Plant Protection: 202-206.
- RAMIREZ, C., FINOT, V., SAN MARTÍN, C., ELLIES, A. 1991. El valor indicador ecológico de las malezas del centro – sur de Chile. *Agro Sur* 19 (2): 94 – 116.

- SARMAH, A., KOOKANA, R., ALSTON, A. 1998. Fate and behaviour of triasulfuron, metsulfuron – methyl and chlorsulfuron in the Australian soil environment. *Australian Journal of Agricultural Research* 49: 775 – 790.
- SAVAGE, K. 1976. Adsorption and mobility of metribuzin in soil. *Weed Science* 24 (5): 525 – 528.
- SCOTT, B. FISHER, J., LIMPS, J. 1989. Selection of genotypes tolerant of aluminium and manganese. *Journal of Australian Institute of Agricultural Science* 25: 274 – 277.
- SLATTERY, W., COVENTRY, D. 1993. Response of wheat, triticale, barley, and canola to lime on four soil types in north – eastern Victoria. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 33: 609 – 618.
- SUAREZ, D., MARQUEZ, M. 1993. Estimación de las necesidades de encalado. *Agricultura técnica* 52 (4): 388-393.
- VALDÉS, R. 1971. Control de malezas. 2^{da}. Ed. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile. Alfabeto impresiones. 242p.
- VITTA, A. 2003. Cátedra de malezas. Departamento de sistemas de producción vegetal. Facultad de ciencias agrarias. Universidad Nacional de Rosario. Santa Fe. Argentina. 94p.
- WALKER, A., COTTERILL, E., WELCH, S. 1989. Adsorption and degradation of chlorsulfuron and metsulfuron – methyl in soils from different depths. *Weed Research* 29: 281 – 383.

WALKER, A., WELCH, S. 1989. The relative movement and persistence in soil of chlorsulfuron, metsulfuron-methyi and triasulfuron. *Weed Research* 29: 375 – 383.

WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 1994. *Herbicide Handbook*. Ed. Willian Ahrens. 7^a ed. U.S.A. 352p.

ANEXOS

ANEXO 1 Análisis de Varianza del porcentaje de control de *Raphanus sativus* con respecto al tratamiento testigo sin herbicida (valores transformados en arcoseno de la raíz del porcentaje).

FV	GL	SM	CM	Fcal	Significancia	Ftab 0.05	Ftab 0.01
REP	3	4,55661	1,51887	0,23920719	ns	4,76	9,78
CAL	2	7275,67	3637,835	572,923491	**	5,14	10,92
Error A (RepX Ca)	6	38,0976	6,3496				
TRIGO	1	365,787	365,787	310,539298	**	5,12	10,6
CA X TRI	2	116,12	58,06	49,2907393	**	4,26	8,02
ERROR B(repX tri, RepXCaXtRI)	9	10,60118	1,17790889				
Dos Her	4	73604,7	18401,175	2680,06199	**	2,5	3,55
Dos Her X Ca	8	4037,79	504,72375	73,5111176	**	2,07	2,72
Dos Her X Trigo	4	354,634	88,6585	12,9127774	**	2,5	3,55
Error C (HxCaxTri, RXH, RXHXCa, RXHXTri, RXCaXTriXH)	80	549,2761	6,86595125				
Total	119	86357,2325					

ANEXO 2 Análisis de Varianza del porcentaje de control de *Spergula arvensis* con respecto al tratamiento testigo sin herbicida (valores transformados en arcoseno de la raíz del porcentaje).

FV	GL	SM	CM	Fcal	Significancia	Ftab 0.05	Ftab 0.01
REP	3	94,2506	31,41686667	1,823646302	ns	4,76	9,78
CAL	2	623,873	311,9365	18,10689305	**	5,14	10,92
Error A (RepX Ca)	6	103,365	17,2275	...			
TRIGO	1	410,33	410,33	30,90291986	**	5,12	10,6
CA X TRI	2	673,258	336,629	25,35232376	**	4,26	8,02
ERROR B(repX tri, RepXCaXtRI)	9	119,5023	13,27803333	...			
Dos Her	4	48603,8	12150,95	1286,433358	**	2,5	3,55
Dos Her X Ca	8	2395,83	299,47875	31,70611795	**	2,07	2,72
Dos Her X Trigo	4	262,568	65,642	6,949584886	**	2,5	3,55
Error C (HxCaxTri, RXH, RXHXCa, RXHXTri, RXCaXTriXH)	80	755,6365	9,44545625	...			
Total	119	54042,413					

ANEXO 3 Análisis de Varianza del porcentaje de control de *Hypochoeris radicata* con respecto al tratamiento testigo sin herbicida (valores transformados en arcoseno de la raíz del porcentaje).

FV	GL	SM	CM	Fcal	Significancia	Ftab 0.05	Ftab 0.01
REP	3	384,202	128,0673333	1,237660505	ns	4,76	9,78
CAL	2	7987,82	3993,91	38,59770122	**	5,14	10,92
Error A (RepX Ca)	6	620,852	103,4753333	...			
TRIGO	1	263,114	263,114	2,43145288	ns	5,12	10,6
CA X TRI	2	102,132	51,066	0,47190409	ns	4,26	8,02
ERROR B(repX tri, RepXCaxTri)	9	973,914	108,2126667	...			
Dos Her	4	94537,6	23634,4	431,8140969	**	2,5	3,55
Dos Her X Ca	8	3963,55	495,44375	9,052042593	**	2,07	2,72
Dos Her X Trigo	4	132,804	33,201	0,606601387	ns	2,5	3,55
Error C (HxCaxTri, RXH, RXHxCaxTri, RXHxTri, RXCaXTriX H)	80	4378,625	54,7328125	...			
Total	119	113344,613					

ANEXO 4 Análisis de Varianza del porcentaje de control de *Leontodon taraxacoides* con respecto al tratamiento testigo sin herbicida (valores transformados en arcoseno de la raíz del porcentaje).

FV	GL	SM	CM	Fcal	Significancia	Ftab 0.05	Ftab 0.01
REP	3	721,884	240,628	0,738288777	ns	4,76	9,78
CAL	2	3927,93	1963,965	6,02578801	*	5,14	10,92
Error A (RepX Ca)	6	1955,56	325,9266667	...			
TRIGO	1	839,576	839,576	2,72780222	ns	5,12	10,6
CA X TRI	2	417,601	208,8005	0,678397748	ns	4,26	8,02
ERROR B(repX tri, RepXCaxTri)	9	2770,063	307,7847778	...			
Dos Her	4	112705	28176,25	351,4931089	**	2,5	3,55
Dos Her X Ca	8	7145,41	893,17625	11,14219589	**	2,07	2,72
Dos Her X Trigo	4	259,322	64,8305	0,80874758	ns	2,5	3,55
Error C (HxCaxTri, RXH, RXHxCaxTri, RXHxTri, RXCaXTriX H)	80	6412,928	80,1616	...			
Total	119	137155,27					

ANEXO 5 Análisis de Varianza del porcentaje de control de *Polygonum persicaria* con respecto al tratamiento testigo sin herbicida (valores transformados en arcoseno de la raíz del porcentaje).

FV	GL	SM	CM	Fcal	Significancia	Ftab 0.05	Ftab 0.01
REP	3	28,6766	9,558866667	0,382946958	ns	4,76	9,78
CAL	2	3005,82	1502,91	60,20952406	**	5,14	10,92
Error A (RepX Ca)	6	149,768	24,96133333	...			
TRIGO	1	68,9477	68,9477	14,27055277	**	5,12	10,6
CA X TRI	2	99,9915	49,99575	10,34794472	**	4,26	8,02
ERROR B(repX tri, RepXCaxTri)	9	43,4832	4,831466667	...			
Dos Her	4	66559,3	16639,825	3394,917873	**	2,5	3,55
Dos Her X Ca	8	2010,11	251,26375	51,26374801	**	2,07	2,72
Dos Her X Trigo	4	76,281	19,07025	3,890782058	**	2,5	3,55
Error C (HxCaxTri, RXH, RXHxCaxTri, RXHxTri, RXCaXTriXH)	80	392,1114	4,9013925	...			
Total	119	72434,49					

ANEXO 6 Análisis de Varianza del porcentaje de control de *Rumex acetosella* con respecto al tratamiento testigo sin herbicida (valores transformados en arcoseno de la raíz del porcentaje).

FV	GL	SM	CM	Fcal	Significancia	Ftab 0.05	Ftab 0.01
REP	3	38,3073	12,7691	0,25517106	ns	4,76	9,78
CAL	2	1618,31	809,155	16,169733	**	5,14	10,92
Error A (RepX Ca)	6	300,248	50,041333	...			
TRIGO	1	318,698	318,698	11,3040461	**	5,12	10,6
CA X TRI	2	8,87465	4,437325	0,15738952	ns	4,26	8,02
ERROR B(repX tri, RepXCaxTri)	9	253,739	28,193268	...			
Dos Her	4	63905,1	15976,275	670,459901	**	2,5	3,55
Dos Her X Ca	8	3173,71	396,71375	16,6484779	**	2,07	2,72
Dos Her X Trigo	4	493,031	123,25775	5,17263122	**	2,5	3,55
Error C (HxCaxTri, RXH, RXHxCaxTri, RXHxTri, RXCaXTriXH)	80	1906,31	23,82883	...			
Total	119	72016,3					

ANEXO 7 Análisis de Varianza del porcentaje de control del total de malezas dicotiledóneas con respecto al tratamiento testigo sin herbicida (valores transformados en arcoseno de la raíz del porcentaje).

FV	GL	SM	CM	Fcal	Significancia	Ftab 0.05	Ftab 0.01
REP	3	6,86797	2,28932333	0,52220364	ns	4,76	9,78
CAL	2	4144,03	2072,015	472,634752	**	5,14	10,92
Error A (RepX Ca)	6	26,3038	4,38396667	...			
TRIGO	1	52,4041	52,4041	62,6183578	**	5,12	10,6
CA X TRI	2	26,369	13,1845	15,7543348	**	4,26	8,02
ERROR B(repX tri, RepXCaxTri)	9	7,531927	0,83688078	...			
Dos Her	4	67666,7	16916,675	6355,88442	**	2,5	3,55
Dos Her X Ca	8	2437,64	304,705	114,482885	**	2,07	2,72
Dos Her X Trigo	4	71,0026	17,75065	6,66922311	**	2,5	3,55
Error C (HxCaxTri, RXH, RXHxCaxTri, RXHxTri, RXCaXTriXH)	80	212,9262	2,66157688	...			
Total	119	74651,78					

ANEXO 8 Análisis de Varianza del porcentaje de control del total de malezas con respecto al tratamiento testigo sin herbicida (valores transformados en arcoseno de la raíz del porcentaje).

FV	GL	SM	CM	Fcal	Significancia	Ftab 0.05	Ftab 0.01
REP	3	10,0705	3,356833333	0,192501051	ns	4,76	9,78
CAL	2	1346,96	673,48	38,62140154	**	5,14	10,92
Error A (RepX Ca)	6	104,628	17,438	...			
TRIGO	1	529,83	529,83	105,4066421	**	5,12	10,6
CA X TRI	2	255,077	127,5385	25,37305366	**	4,26	8,02
ERROR B(repX tri, RepXCaxTri)	9	45,2388	5,026533333	...			
Dos Her	4	22593	5648,25	999,5169643	**	2,5	3,55
Dos Her X Ca	8	2768,17	346,02125	61,23208239	**	2,07	2,72
Dos Her X Trigo	4	283,712	70,928	12,55145209	**	2,5	3,55
Error C (HxCaxTri, RXH, RXHxCaxTri, RXHxTri, RXCaXTriXH)	80	452,07837	5,650979625	...			
Total	119	28388,765					

ANEXO 9 Análisis de Varianza de la biomasa aérea (g/m²) de *Holcus lanatus*.

FV	GL	SM	CM	Fcal	Significancia	Ftab 0.05	Ftab 0.01
REP	3	44,912	14,97066667	0,461582734	ns	4,76	9,78
CAL	2	1886,59	943,295	29,08412127	**	5,14	10,92
Error A (RepX Ca)	6	194,6	32,43333333	...			
TRIGO	1	1850,25	1850,25	316,8716794	**	5,12	10,6
CA X TRI	2	46,8027	23,40135	4,00768819	ns	4,26	8,02
ERROR B(repX tri, RepXCaxTRI)	9	52,55203	5,839114444	...			
Dos Her	4	12380,5	3095,125	184,4954113	**	2,5	3,55
Dos Her X Ca	8	6325,62	790,7025	47,13250125	**	2,07	2,72
Dos Her X Trigo	4	175,235	43,80875	2,611368959	*	2,5	3,55
Error C (HxCaxTri, RXH, RXHXCax, RXHXTri, RXCaXTriXH)	80	1342,093	16,7761625	...			
Total	119	24299,155					

ANEXO 10 Análisis de Varianza de la biomasa aérea (g/m²) de *Agrostis capillaris*.

FV	GL	SM	CM	Fcal	Significancia	Ftab 0.05	Ftab 0.01
REP	3	357,764	119,2546667	2,340652151	ns	4,76	9,78
CAL	2	1102,54	551,27	10,81996493	**	5,14	10,92
Error A (RepX Ca)	6	305,696	50,94933333	...			
TRIGO	1	17270,4	17270,4	626,41573	**	5,12	10,6
CA X TRI	2	659,243	329,6215	11,9557215	ns	4,26	8,02
ERROR B(repX tri, RepXCaxTRI)	9	248,1317	27,57018889	...			
Dos Her	4	68138,6	17034,65	174,147175	**	2,5	3,55
Dos Her X Ca	8	65506,2	8188,275	83,70967173	**	2,07	2,72
Dos Her X Trigo	4	3150,3	787,575	8,051469292	*	2,5	3,55
Error C (HxCaxTri, RXH, RXHXCax, RXHXTri, RXCaXTriXH)	80	7825,404	97,81755	...			
Total	119	164564,278					

ANEXO 11 Análisis de Varianza de la biomasa aérea (g/m²) de *Lolium multiflorum*.

FV	GL	SM	CM	Fcal	Significancia	Ftab 0.05	Ftab 0.01
REP	3	529,968	176,656	3,024724	ns	4,76	9,78
CAL	2	277705	138852,5	2377,448	**	5,14	10,92
Error A (RepX Ca)	6	350,424	58,404	...			
TRIGO	1	17919,4	17919,4	1070,88	**	5,12	10,6
CA X TRI	2	445,736	222,868	13,3188	ns	4,26	8,02
ERROR B(repX tri, RepXCaxTri)	9	150,6	16,733333	...			
Dos Her	4	221678	55419,5	2556,38	**	2,5	3,55
Dos Her X Ca	8	44673,6	5584,2	257,5869	**	2,07	2,72
Dos Her X Trigo	4	140,272	35,068	1,61761	ns	2,5	3,55
Error C (HxCaxTri, RXH, RXHxCaxTri, RXHxTri, RXCaXTriXH)	80	1734,312	21,6789	...			
Total	119	565327,31					

ANEXO 12 Análisis de Varianza de la biomasa aérea (g/m²) del total de especies monocotiledóneas.

FV	GL	SM	CM	Fcal	Significancia	Ftab 0.05	Ftab 0.01
REP	3	1769,29	589,7633333	3,96610644	ns	4,76	9,78
CAL	2	355850	177925	1196,52995	**	5,14	10,92
Error A (RepX Ca)	6	892,205	148,7008333	...			
TRIGO	1	95045,7	95045,7	2232,21428	**	5,12	10,6
CA X TRI	2	1803,33	901,665	21,1762288	**	4,26	8,02
ERROR B(repX tri, RepXCaxTri)	9	383,212	42,57911111	...			
Dos Her	4	698603	174650,75	1564,84468	**	2,5	3,55
Dos Her X Ca	8	80291,2	10036,4	89,9246477	**	2,07	2,72
Dos Her X Trigo	4	2122,75	530,6875	4,75488088	**	2,5	3,55
Error C (HxCaxTri, RXH, RXHxCaxTri, RXHxTri, RXCaXTriXH)	80	8928,72	111,609	...			
Total	119	1245689,407					

ANEXO 13 Análisis de Varianza del Número de espigas/m².

FV	GL	SM	CM	Fcal	Significancia	Ftab 0.05	Ftab 0.01
REP	3	93,6458	31,21526667	0,11361059	ns	4,76	9,78
CAL	2	59831,5	29915,75	108,880889	ns	5,14	10,92
Error A (RepX Ca)	6	1648,54	274,75666	...			
Dosis	4	654298	163574,5	1122,32283	**	2,61	3,835
DosisxCa	8	17274,8	2159,35	14,8158045	**	2,235	2,895
ERROR B(repX dosis, RepXCaxdosis)	36	5246,87	145,74638	...			
Total	59	738393,356					

ANEXO 14 Análisis de Varianza del Peso de los 1000 granos (g).

FV	GL	SM	CM	Fcal	Significancia	Ftab 0.05	Ftab 0.01
REP	3	114,802	38,267333	1,01469873	ns	4,76	9,78
CAL	2	97,274	48,637	1,28966139	ns	5,14	10,92
Error A (RepX Ca)	6	226,278	37,713	...			
Dosis	4	288,433	72,10825	5,2340432	**	2,61	3,835
DosisxCa	8	39,2664	4,9083	3,35627344	**	2,235	2,895
ERROR B(repX dosis, RepXCaxdosis)	36	495,964	13,776778	...			
Total	59	1262,0174					

ANEXO 15 Análisis de Varianza del Número de granos/espiga.

FV	GL	SM	CM	Fcal	Significancia	Ftab 0.05	Ftab 0.01
REP	3	8,78546	2,9284867	1,41184052	ns	4,76	9,78
CAL	2	126,684	63,342	30,537548	**	5,14	10,92
Error A (RepX Ca)	6	12,4454	2,0742333	...			
Dosis	4	9511,99	2377,9975	4463,16198	**	2,61	3,835
DosisxCa	8	22,5868	2,82335	5,29902508	**	2,235	2,895
ERROR B(repX dosis, RepXCaxdosis)	36	19,181	0,5328056	...			
Total	59	9701,673					

ANEXO 16 Análisis de Varianza del rendimiento de granos.

FV	GL	SM	CM	Fcal	Significancia	Ftab 0.05	Ftab 0.01
REP	3	33575000	11191667	3,132493	ns	4,76	9,78
CAL	2	26564200	13282100	13,717595	**	5,14	10,92
Error A (RepX Ca)	6	21436600	3572766,7	...			
Dosis	4	121873000	30468250	22,99216	**	2,61	3,835
DosisxCa	8	8298450	1037306,3	3,182779	**	2,235	2,895
ERROR B(repX dosis, RepXCaxdosis)	36	47705700	1325158,3	...			
Total	59	259452950					

Anexo 17 Promedios de la biomasa aérea (g/m²) de *Raphanus sativus* a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.

Dosis g i.a ha ⁻¹	CON TRIGO					SIN TRIGO				
	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio		0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio	
0,000	210,90	189,80	163,70	188,13		0,000	442,50	403,00	384,50	410,00
1,875	188,10	161,50	115,50	155,03		1,875	402,60	383,20	314,70	366,83
3,750	162,20	115,70	43,20	107,03		3,750	383,30	316,90	138,50	279,57
5,625	116,60	42,20	20,00	59,60		5,625	319,20	131,80	24,30	158,43
7,500	43,60	20,20	10,20	24,67		7,500	132,70	26,70	12,80	57,40
Promedio	144,28	105,88	70,52			Promedio	336,06	252,32	174,96	

Anexo 18 Promedios de la biomasa aérea (g/m²) de *Leontodon taraxacoides* a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.

Dosis g i.a. ha ⁻¹	CON TRIGO					SIN TRIGO				
	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio		0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio	
0,000	11,00	8,40	3,00	7,47		0,000	9,10	11,10	5,60	8,60
1,875	4,10	2,60	1,70	2,80		1,875	5,80	4,40	2,80	4,33
3,750	3,50	1,30	0,03	1,61		3,750	4,20	2,20	0,11	2,17
5,625	1,80	0,01	0,03	0,61		5,625	2,20	0,01	0,30	0,84
7,500	0,10	0,00	0,00	0,03		7,500	0,12	0,12	0,12	0,12
Promedio	4,10	2,46	0,95			Promedio	4,28	3,57	1,79	

Anexo 19 Promedios de la biomasa aérea (g/m²) de *Hypochaeris radicata* a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.

CON TRIGO					SIN TRIGO				
Dosis g i.a. ha ⁻¹	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio	Dosis g i.a. ha ⁻¹	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio
0,000	17,90	14,00	12,60	14,83	0,000	21,70	19,50	16,80	19,33
1,875	13,80	12,30	8,50	11,53	1,875	20,70	15,90	10,40	15,67
3,750	12,80	8,00	1,10	7,30	3,750	16,30	8,70	3,10	9,37
5,625	8,40	0,80	0,41	3,20	5,625	7,60	2,90	1,81	4,10
7,500	2,40	0,50	0,00	0,97	7,500	3,00	1,90	0,91	1,94
Promedio	11,06	7,12	4,52		Promedio	13,86	9,78	6,60	

Anexo 20 Promedios de la biomasa aérea (g/m²) de *Polygonum persicaria* a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.

CON TRIGO					SIN TRIGO				
Dosis g i.a. ha ⁻¹	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio	Dosis g i.a. ha ⁻¹	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio
0,000	162,10	127,40	111,00	133,50	0,000	189,80	166,10	124,30	160,07
1,875	139,50	107,10	88,60	111,73	1,875	154,10	124,00	100,90	126,33
3,750	109,20	88,50	53,40	83,70	3,750	127,80	96,80	56,50	93,70
5,625	89,70	50,20	19,30	53,07	5,625	96,20	53,40	22,50	57,37
7,500	51,50	19,00	1,70	24,07	7,500	55,00	23,90	4,90	27,93
Promedio	110,40	78,44	54,80		Promedio	124,58	92,84	61,82	

Anexo 21 Promedios de la biomasa aérea (g/m²) de *Rumex acetosella* a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.

CON TRIGO					SIN TRIGO				
Dosis g i.a. ha ⁻¹	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio	Dosis g i.a. ha ⁻¹	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton Cal ha ⁻¹	Promedio
0,000	74,30	54,10	46,90	58,43	0,000	112,20	79,10	69,90	87,07
1,875	56,40	43,40	36,00	45,27	1,875	89,10	68,20	70,10	75,80
3,750	44,90	34,10	24,10	34,37	3,750	80,70	63,70	30,20	58,20
5,625	35,50	21,80	11,50	22,93	5,625	66,10	26,10	14,50	35,57
7,500	23,00	11,20	4,20	12,80	7,500	35,40	13,70	4,51	17,87
Promedio	46,82	32,92	24,54		Promedio	76,70	50,16	37,84	

Anexo 22 Promedios de la biomasa aérea (g/m^2) de *Spergula arvensis* a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.

CON TRIGO					SIN TRIGO				
Dosis g i.a ha ⁻¹	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio	Dosis g i.a ha ⁻¹	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton Cal ha ⁻¹	Promedio
0,000	47,60	35,90	35,80	39,77	0,000	61,10	54,70	39,90	51,90
1,875	37,20	33,90	31,90	34,33	1,875	42,70	37,60	36,20	38,83
3,750	34,40	30,20	18,30	27,63	3,750	37,90	35,80	22,60	32,10
5,625	30,60	18,10	13,60	20,77	5,625	35,10	20,50	14,60	23,40
7,500	18,20	13,20	4,20	11,87	7,500	21,10	13,80	7,60	14,17
Promedio	33,60	26,26	20,76		Promedio	39,58	32,48	24,18	

Anexo 23 Promedios de la biomasa aérea (g/m^2) del total de especies dicotiledóneas a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.

CON TRIGO					SIN TRIGO				
Dosis g i.a ha ⁻¹	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio	Dosis g i.a ha ⁻¹	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio
0,000	526,80	429,6	373,00	445,17	0,00	836,40	733,50	571,10	741,38
1,875	442,31	362,42	282,23	362,32	1,875	720,60	635,71	535,23	630,51
3,750	368,31	277,84	140,15	262,10	3,750	652,23	524,33	251,24	475,93
5,625	282,82	133,14	65,07	160,34	5,625	526,73	234,94	78,44	280,04
7,500	239,33	64,12	17,24	106,90	7,500	247,66	80,23	32,47	120,12
Promedio	371,91	254,21	175,98		Promedio	597,76	442,68	308,34	

Anexo 24 Promedios de la biomasa aérea (g/m^2) de *Agrostis capillaris* a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.

CON TRIGO					SIN TRIGO				
Dosis g i.a. ha ⁻¹	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio	Dosis g i.a. ha ⁻¹	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio
0,000	28,60	20,40	55,60	34,87	0,000	45,60	40,70	68,10	51,47
1,875	37,20	53,70	94,40	61,77	1,875	52,60	66,20	112,00	76,93
3,750	53,90	92,30	84,40	76,87	3,750	66,00	108,70	104,90	93,20
5,625	95,10	84,40	81,90	87,13	5,625	108,40	101,10	144,90	118,13
7,500	140,30	80,60	45,20	88,70	7,500	169,40	149,20	70,10	129,57
Promedio	71,02	66,28	72,30		Promedio	88,40	93,18	100,00	

Anexo 25 Promedios de la biomasa aérea (g/m²) de *Holcus lanatus* a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.

Dosis g i.a. ha ⁻¹	CON TRIGO				SIN TRIGO				
	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio	
0,000	30,00	37,80	39,30	31,70	0,000	35,60	40,60	44,10	37,23
1,875	31,40	36,70	46,00	38,03	1,875	44,10	43,10	59,90	49,03
3,750	35,20	44,70	63,40	47,77	3,750	43,20	58,70	72,80	58,23
5,625	46,50	63,20	65,40	58,37	5,625	58,30	70,40	67,10	65,27
7,500	61,40	66,80	41,40	56,53	7,500	68,20	65,60	51,90	61,90
Promedio	40,90	47,44	51,10		Promedio	50,08	53,62	59,30	

Anexo 26 Promedios de la biomasa aérea (g/m²) de *Lolium multiflorum* a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.

Dosis g i.a. ha ⁻¹	CON TRIGO				SIN TRIGO				
	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio	
0,000	13,20	31,00	69,20	37,80	0,000	32,60	50,60	96,50	59,90
1,875	19,70	65,30	113,60	66,20	1,875	45,70	97,30	139,70	94,23
3,750	41,20	109,10	141,10	97,13	3,750	58,80	137,30	172,40	122,83
5,625	50,90	139,30	192,20	127,47	5,625	71,50	167,70	213,80	151,00
7,500	59,60	191,60	228,40	159,87	7,500	71,40	214,70	262,00	182,70
Promedio	36,92	107,26	148,90		Promedio	56,00	133,52	176,88	

Anexo 27 Promedios de la biomasa aérea (g/m²) del total de malezas a los 45 días después de la aplicación de triasulfuron.

Dosis g i.a. ha ⁻¹	CON TRIGO				SIN TRIGO				
	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio	0 ton cal ha ⁻¹	5 ton cal ha ⁻¹	10 ton cal ha ⁻¹	Promedio	
0,000	598,60	510,71	539,31	549,54	0,000	956,40	859,81	853,73	889,98
1,875	530,61	518,12	536,23	528,32	1,875	863,00	842,31	846,83	850,71
3,750	498,61	523,94	429,05	483,87	3,750	820,23	829,03	601,34	750,20
5,625	475,32	420,04	404,57	433,31	5,625	764,93	574,14	504,24	614,44
7,500	443,60	403,12	332,24	392,99	7,500	556,66	509,73	416,47	494,29
Promedio	509,35	475,19	448,28		Promedio	792,24	723,00	644,52	