

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**CONTROL DE MALEZAS EN LUPINO (*Lupinus albus L.* y *Lupinus luteus L.*) CON
HERBICIDAS PRE-EMERGENTES**

Tesis de Grado presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera, como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo

LUIS ALBERTO VEJAR MILLAR

TEMUCO – CHILE

2014

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**CONTROL DE MALEZAS EN LUPINO (*Lupinus albus* L. y *Lupinus luteus* L.) CON
HERBICIDAS PRE-EMERGENTES**

Tesis de Grado presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera, como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo

LUIS ALBERTO VEJAR MILLAR
PROFESOR GUÍA: NELSON ESPINOZA NEIRA
TEMUCO – CHILE
2014

**CONTROL DE MALEZAS EN LUPINO (*Lupinus albus* L. y *Lupinus luteus* L.) CON
HERBICIDAS PRE-EMERGENTES**

PROFESOR GUÍA:

NELSON ESPINOZ NEIRA
Ingeniero Agrónomo M.Sc.
INIA-Carillanca.

PROFESOR CONSEJERO:

MARIO MERA KRIEGER
Ingeniero Agrónomo Ph.D.
INIA-Carillanca

CALIFICACIÓN PROMEDIO DE TESIS:

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, a mis padres, tías, amigos y a quienes de alguna u otra manera ayudaron a que este sueño se hiciera realidad.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar este trabajo quisiera agradecer de forma especial a las siguientes personas:

A mi familia, quienes siempre confiaron en mí y me apoyaron incondicionalmente, con mucho esfuerzo, para que pudiese lograr mis metas y concretar este momento.

A don Nelson Espinoza por su tiempo, buena disposición, comprensión, paciencia y experiencia, contribución invaluable para que esta tesis se realizara de forma exitosa. A don Mario Mera, por su importante colaboración a este trabajo y a don Guillermo Contreras por su gran ayuda en la parte técnica.

A INIA-Carillanca, por facilitar y hacer posible toda la parte experimental de este trabajo.

A mis amigos de toda la vida y a los que conocí en la universidad, por el apoyo en los malos momentos y por los muchos momentos de felicidad que compartí junto a ellos.

Y finalmente a todas las personas que aportaron de una u otra manera, a que esto pudiera realizarse.

ÍNDICE

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1	Antecedentes generales del género <i>Lupinus</i>	3
2.2	Especies de lupino en Chile.....	4
2.3	Situación nacional del lupino.....	6
2.4	Efecto de las malezas en el rendimiento de lupino.....	7
2.5	Herbicidas pre-emergentes.....	9
2.6	Factores que influyen en la eficacia de los herbicidas pre-emergentes.....	11
2.7	Herbicidas pre-emergentes para lupino.....	12
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1	Ubicación del ensayo.....	15
3.2	Clima y características edafológicas del sitio del ensayo.....	15
3.3	Material vegetal empleado.....	15
3.4	Establecimiento de los ensayos.....	16
3.5	Herbicidas utilizados.....	17
3.6	Tratamientos estudiados.....	18
3.7	Diseño experimental.....	19
3.8	Aplicación de los herbicidas.....	19
3.8	Evaluaciones realizadas.....	20
3.8.1	En el lupino.....	20
3.8.2	En las malezas.....	21
3.9	Análisis de resultados.....	21
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1	Control de malezas gramíneas.....	22
4.1.1	Ballica.....	22
4.1.2	Cola de zorro.....	22
4.2	Control de malezas de hoja ancha.....	26
4.2.1	Rábano.....	26
4.2.2	Yuyo.....	29
4.2.3	Mostacilla.....	30
4.2.4	Manzanillón.....	30
4.3	Selectividad de los herbicidas en lupino.....	33

4.3.1	Lupino AluProt-CGNA.....	33
4.3.2	Lupino Boroa INIA.....	35
4.3.3	Lupino Rumbo Baer.....	37
5.	CONCLUSIONES	39
6.	RESUMEN	40
7.	SUMMARY	42
8.	LITERATURA CITADA	43
9.	ANEXOS	47

1. INTRODUCCIÓN

El lupino es uno de los cultivos extensivos de mayor importancia en el país, con 19.600 ha de superficie sembrada, concentrándose casi en su totalidad en la Región de La Araucanía. El lupino blanco (*Lupinus albus* L.) es la especie más sembrada con 18.000 ha, seguido por el lupino australiano (*Lupinus angustifolius* L.) con 1.600 ha. Existe una tercera especie, el lupino amarillo (*Lupinus luteus* L.) que aún no es sembrada comercialmente en el país. Sin embargo hay una variedad comercial registrada (AluProt-CGNA) en proceso de multiplicación, que tiene un elevado contenido de proteína, por lo que representa una alternativa interesante para ser incluida en la rotación de cultivos extensivos de la zona.

El gran problema del lupino en Chile es el bajo rendimiento de grano a nivel comercial y uno de los principales factores que lo explican es la presencia de malezas. Las plantas de lupino al tener un lento crecimiento en sus primeros estados fenológicos compiten de mala manera con las malezas, permitiendo la emergencia y el desarrollo de éstas, lo que restringe la disponibilidad de agua, luz y nutrientes al cultivo y provoca importantes pérdidas en el rendimiento (30 a 40 %). Los herbicidas pre-emergentes son una solución rápida, eficaz y segura para evitar estas pérdidas ya que en esta etapa de mayor susceptibilidad permiten que el lupino se desarrolle sin malezas. Sin embargo existe poca información disponible sobre qué herbicidas pre-emergentes elegir y como utilizarlos correctamente para obtener los mejores resultados. Con la finalidad de ampliar la gama de productos a utilizar y mejorar las posibilidades de controlar eficazmente diversas malezas importantes del cultivo, el objetivo general de éste estudio fue evaluar diferentes herbicidas pre-emergentes en el control de malezas gramíneas y de hoja ancha en lupino blanco cultivares Boroa INIA y Rumbo Baer, y lupino amarillo cultivar AluProt-CGNA.

Los objetivos específicos planteados fueron:

1. Estudiar la eficacia de los herbicidas en malezas de hoja ancha (*Raphanus sativus*, *Sisymbrium officinale*, *Anthemis cotula* y *Brassica rapa*) y gramíneas (*Lolium multiflorum* y *Cynosurus echinatus*).
2. Determinar la selectividad de los herbicidas en los diversos lupinos estudiados.
3. Seleccionar los tratamientos herbicidas más inocuos para el cultivo y eficaces sobre las malezas.

La hipótesis de trabajo planteada fue “todos los herbicidas pre-emergentes son selectivos para el cultivo de lupino y eficaces para controlar malezas de hoja ancha y gramíneas”.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes generales del género *Lupinus*.

El lupino es una planta dicotiledónea anual que pertenece al género *Lupinus*, familia Fabaceae. Se cultiva desde hace 2.000 años, originario del Mediterráneo y de los valles del río Nilo, donde fue destinado para la alimentación humana. Está representado por más de 300 especies. Del total de especies sólo cuatro son cultivadas (von Baer, 2002) y de ellas sólo tres en Chile: lupino blanco (*L. albus*), lupino australiano o azul (*L. angustifolius*) y lupino amarillo (*L. luteus*). En esta última especie, se contemplan sembrar entre 1.200 y 1.800 ha en la presente temporada agrícola.

El lupino tiene un crecimiento semi-arbustivo, tallos suculentos y hojas alternas, compuestas y palmadas, con 5 a 11 foliolos. Sus flores se encuentran agrupadas en inflorescencias tipo racimo, ubicadas terminalmente, cuya coloración puede variar según la especie, entre azul, violeta, blanco, amarillo, magenta o bicolor. Su fruto corresponde a una legumbre, donde cada vaina contiene entre 3 a 6 granos. Su raíz es pivotante de hasta 1 m de longitud con múltiples ramificaciones y pelos radicales, destacando su particularidad, vivir en simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, lo cual es característico de las leguminosas (Faiguenbaum, 2003; Faiguenbaum y Mouat, 2004).

Las plantas de lupino cultivadas presentan una arquitectura bastante particular, ya que muestran distintos niveles de ramificación y de floración; estos niveles van determinando una jerarquía de ejes laterales. El tallo o eje principal termina en una inflorescencia; bajo ésta y a partir de las yemas axilares ubicadas en las hojas de su parte apical, se generan ramas primarias o ejes de primer orden; éstas, además de ser bastante productivas, originan un nuevo nivel de ramas a partir de yemas axilares ubicadas en sus últimas hojas. Las ramas, al igual que el tallo principal, terminan siempre en una inflorescencia (Faiguenbaum, 2003).

Existen especies y/o variedades de crecimiento determinado e indeterminado. En las indeterminadas se pueden presentar, en un mismo momento, vainas formadas, inflorescencias en plena floración y botones florales, lo que dificulta su manejo cultural, así como una cosecha homogénea y pareja (Fundación para la Innovación Agraria, 2007), produciendo floraciones sucesivas según las condiciones ambientales. En tanto, los determinados generan sólo una o dos floraciones (Mera *et al.*, 2004).

Todas estas especies originalmente existieron en forma amarga, pero a través del mejoramiento genético se obtuvieron lupinos denominados dulces, los cuales poseen una baja presencia de alcaloides, menor a 0,05%. Los tipos amargos, en tanto, presentan de 1 a 2% de alcaloides (Primolini *et al.*, 2000). Un lupino, para que sea considerado amargo, tiene que tener un 98% de sus semillas amargas, mientras que el lupino dulce debe tener menos de un 4% de semillas amargas y su contenido de alcaloides no debe ser superior a 0,05%, en el caso de consumo animal, y a 0,02% en el caso de consumo humano (Fundación para la Innovación Agraria, 2007).

Dentro de los lupinos de tipo amargo solo encontramos cultivares de la especie *albus* mientras que del tipo dulce encontramos cultivares de la especie *L. angustifolius*, *L. albus* y *L. luteus*.

2.2 Especies de lupino en Chile.

Lupino blanco (*L. albus*).

Alcanza una altura de alrededor de 1,5 m, posee entre 20 y 80 flores blancas, agrupadas en inflorescencias racimosas terminales, su semilla es de forma aplastada y más bien cuadrangular de hasta 15 mm de diámetro, generalmente de color blanco (Faiguenbaum y Mouat, 2004).

Las variedades de lupino blanco se clasifican en invernales y primaverales, siendo básicamente las invernales las que se siembran en el país (Fundación para la Innovación Agraria,

2007). Dentro de esta especie también se pueden encontrar variedades de lupino dulce y amargo destinadas a consumo animal y humano.

Lupino amarillo (*L. luteus*).

Planta anual de hasta 100 cm de altura, pilosa, con tallos erectos y vainas de 6 cm de longitud y 1 cm de ancho, muy peloso, negruzco, linear-oblongo, con 4-6 semillas, de forma levemente aplanada, de 6 a 8 mm de longitud por 5 a 7 mm de ancho, lisas, de color blanquecino con manchas marrones o negruzcas, a veces con un arco algo coloreado alrededor del hilo. Su inflorescencia es en forma de racimo y de color amarillo.

El grano entero tiene cerca de 38 a 40% de proteína y descarado tiene entre 45- 50%, lo cual lo hace una interesante opción de proteína vegetal y competente con la soya en la alimentación animal y para salmones. Sin embargo, el manejo agronómico de este lupino es complejo (García, 2012).

Lupino australiano (*L. angustifolius*).

También es conocido como lupino de hoja angosta o flor azul. Es una especie de hábito primaveral indeterminado y todas las variedades poseen bajos niveles de alcaloides, por lo que se consideran lupinos dulces. Las plantas miden entre 80 a 90 cm y su uso está orientado a la alimentación animal.

2.3 Situación nacional del lupino.

La superficie sembrada y producción de lupino en Chile, ha pasado por ciclos de alzas y bajas. Estas variaciones se han asociado especialmente con la situación de la industria salmonera. La menor siembra y producción entre las temporadas agrícolas 2005/06 y 2008/09 se atribuyó a los efectos del virus ISA, lo que provocó casi la paralización de la industria salmonera (Banfi, 2013).

Las mayores variaciones en la siembra y producción se han presentado en los casos de los lupinos dulces y australiano, teniendo en cuenta que ambos constituyen una de las principales fuentes de alimento para la industria salmonera. Las siembras de lupinos dulce, se realizan principalmente a través de contratos y los cambios abruptos de áreas cultivadas se atribuyen a que las condiciones ofrecidas en estos contratos no han sido suficientemente atractivas para desplazar a otros cultivos competitivos como el raps, permaneciendo estancada la superficie de siembra entre 10.000 y 11.000 ha en las últimas tres temporadas (Banfi, 2013).

Respecto al lupino amargo en las últimas cuatro temporadas el área sembrada fluctuó entre 7.400 y 11.700 ha, aproximadamente. En este caso no se establecen contratos con las empresas exportadoras y los precios a fines de la temporada dependen básicamente de los requerimientos de los compradores. La comercialización es precaria y suelen existir grandes fluctuaciones de precios de un año a otro.

En el proceso de comercialización del año 2013 se produjo una importante disminución de los precios pagados, que han afectado especialmente los calibres más bajos, que no logran cotización. A esta baja de precios en 2013 se ha agregado una disminución de rendimientos y de calibre, que también está incidiendo en una caída sustancial de los retornos económicos del cultivo. Este resultado debería tener como consecuencia una disminución considerable de las siembras de lupino amargo en la temporada 2013/14 (Banfi, 2013).

El volumen de las exportaciones chilenas de lupino que son exclusivamente del tipo amargo, ha descendido en forma casi constante desde que alcanzó un récord de 21.040 toneladas en 2005. En el último año llegaron a poco menos de 13.600 toneladas. La diferencia del comportamiento de los volúmenes y de los valores exportados se explica por las importantes variaciones que han tenido los precios promedio registrados en los últimos años (Banfi, 2013).

Las cifras disponibles indican una reducción de 23% en los volúmenes y de 30% en los valores de las exportaciones entre enero y abril de 2013, comparados con los de igual lapso de 2012, implican una baja de 8,7% en el precio promedio. El destino de estas exportaciones se ha centrado especialmente en los mercados de Portugal, Egipto, Italia, España, Líbano e Israel. Sin embargo, hubo una baja en el valor total y en el precio de las exportaciones a todos los destinos de importancia (Banfi, 2013).

La principal razón de la baja en el precio radicaría en un aumento de las exigencias en cuanto a calibre del lupino adquirido, especialmente en el caso de los países europeos, prefiriéndose los calibres superiores a 12 milímetros. Todos aquellos lupinos de calibres de 12 milímetros e inferiores prácticamente no tendrían valor comercial, sumado a mala calidad de grano (granos manchados, partidos, fuera de calibre, con exceso de humedad) (Banfi, 2013).

2.4 Efecto de las malezas en el rendimiento de lupino.

La maleza es la planta intrusa que se apropia del área ajena y es considerada nociva e indeseable, se la califica así por que crece sin haber sido sembrada. Estas plantas compiten con los cultivos, disminuyendo el rendimiento y la calidad de los productos del campo (Delgado, 2006).

La competencia de las malezas durante los primeros estados de desarrollo del cultivo produce las mayores pérdidas de rendimiento, por lo que un control temprano de malezas es indispensable para favorecer el desarrollo, la calidad y productividad de los cultivos (Ríos, 2006).

El lupino es un cultivo de lento crecimiento por lo que tiene escasa habilidad competitiva con las malezas en los primeros estados de desarrollo, razón por la que constituyen uno de los principales factores que limitan el rendimiento (López y García, 1991).

Las malezas tienen efecto negativo sobre el cultivo desde los primeros estados de desarrollo hasta la cosecha disminuyendo el rendimiento y la calidad de este, principalmente por su efecto en dos momentos críticos durante su desarrollo; el primero en su estado inicial y el segundo la floración (Yates, 1993). En el estado inicial el lupino tiene un lento desarrollo por lo que la presencia de maleza se traduce en un pobre establecimiento, retraso del crecimiento y una restricción en el sistema radicular y aéreo. Si la competencia se presenta durante el desarrollo posterior de la planta produce una reducción de los elementos nutritivos y humedad de suelo siendo el momento de la floración el momento más crítico, influyendo negativamente en la cuaja de las flores y llenado de granos (Jambrina, 1983).

Ensayos realizados en la Región del Bío-Bío, zona de precordillera y secano costero, han demostrado que el período crítico de interferencia de las malezas, es decir, el período que no debe haber malezas en el cultivo, va desde los 15 días hasta los 150 días después de la emergencia, siendo el componente vainas por planta el más afectado por la presencia de malezas. En las condiciones de producción de la Región del Bío-Bío, el aumento de rendimiento por control de las malezas, alcanzó entre el 40% y el 58%, dependiendo de la localidad (Madariaga *et al.*, 2008).

El control de las malezas en lupino da como resultado rendimientos más altos debido a que los nutrientes, la luz y el agua están disponibles para el cultivo. Además, al prevenir el crecimiento de las malezas y la producción de sus semillas, hace que sea más fácil su control de malezas para la próxima temporada (Harries *et al.*, 2008).

El lupino compite con diversas malezas gramíneas y hoja ancha propias de los cultivos anuales de la zona que pueden causar entre 30% a 40 % de pérdidas del rendimiento. Además, dificultan el proceso de cosecha y contaminan el grano cosechado (Díaz y Peñaloza, 1995).

Investigadores y agrónomos coinciden en que las especies de lupino compiten de mala manera con las malezas. Sin embargo, numerosos ensayos muestran que el efecto competitivo de las malezas puede reducirse seleccionando adecuadamente la variedad de lupino, empleando una óptima densidad de plantas y usando correctamente los herbicidas (Harries *et al.*, 2008).

Un cultivo de lupino sin malezas sólo se logra realizando un adecuado control de malezas lo que puede obtenerse con herbicidas pre-emergentes. El no aplicar estos herbicidas puede implicar una reducción de rendimiento de 70% o más (Silva y Acevedo, 2005).

2.5 Herbicidas pre-emergentes.

Los herbicidas son usados intensivamente en la agricultura, industria y en zonas urbanas, debido a que utilizados adecuadamente proporcionan un control eficiente de las malezas a un bajo costo (Peterson *et al.*, 2001). De acuerdo a su época de aplicación los herbicidas pueden clasificarse en pre-emergentes y post-emergentes.

Los herbicidas pre-emergentes (PRE) o llamados también herbicidas suelo activo controlan malezas principalmente durante la germinación de las semillas (aparición de la radícula) y emergencia de las plántulas desde el suelo. En cultivos anuales la mayoría de los herbicidas pre-emergentes se aplican después de la siembra, pero antes de la emergencia de las malezas y el cultivo (Espinoza *et al.*, 2011; Rosales y Sánchez, 2006). Al actuar desde los primeros estados de desarrollo de los cultivos, impiden tempranamente la competencia evitando las pérdidas del rendimiento.

Los herbicidas pre-emergentes se caracterizan por tener un periodo variable de persistencia o residualidad en el suelo (Díaz y Peñaloza, 1995; Bedmar, 2006). Según Carrasco (2003) el periodo de residualidad de los siguientes herbicidas es simazina 6-12 meses, metribuzina 8-12 meses y diuron 10-12 meses. Flumioxazin 4-6 semanas dependiendo fundamentalmente de las condiciones ambientales y características del suelo (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2012).

La persistencia o residualidad de un herbicida en el suelo puede definirse como el período de tiempo durante el cual permanece en forma activa. Al hablar de persistencia, debemos establecer algunos conceptos para facilitar la comprensión de esta problemática. En primer lugar, se debe diferenciar la persistencia química de la biopersistencia, que aquí llamaremos residualidad. La persistencia química indica el período de tiempo durante el cual un herbicida puede detectarse mediante determinadas metodologías químicas (principalmente cromatografía), mientras que la biopersistencia comprende el período de tiempo durante el cual las plantas u otros organismos detectan el plaguicida produciéndose cambios apreciables en su crecimiento, desarrollo o metabolismo. La residualidad, es por lo tanto un valor variable según el organismo o especie que se tenga en cuenta, lo cual es producto de la distinta tolerancia que posee cada especie respecto de un herbicida determinado (Bedmar, 2006).

Los factores del suelo que afectan la residualidad de los herbicidas incluyen tres categorías: física, química y microbiana. Entre los factores físicos se destaca la composición del suelo, la cual está determinada por las cantidades relativas de arena, limo y arcilla (textura del suelo), así como por el contenido de materia orgánica del suelo. La composición del suelo afecta la actividad herbicida y la persistencia a través de la adsorción, lixiviación y volatilización. Las propiedades químicas del suelo incluyen principalmente el pH, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y el contenido de nutrientes. El pH del suelo puede influir en la persistencia de algunos herbicidas, especialmente en las triazinas y sulfonilureas. Los aspectos microbianos del ambiente edáfico influyen sobre el tipo y abundancia de los microorganismos presentes. Los

procesos de degradación realizados por los microorganismos son posiblemente los más importantes en descomponer los herbicidas (Bedmar, 2006).

Los herbicidas que a ciertas dosis, formas y épocas de aplicación eliminan a algunas plantas o malezas y no dañan significativamente a otras o cultivos se consideran selectivos. Por ejemplo, la atrazina es un herbicida selectivo en maíz y sorgo (Rosales y Sánchez, 2006). Esto significa que si el cultivo no es afectado negativamente por el herbicida, se le considera tolerante a este. Según Díaz y Peñaloza (1995) la tolerancia es la capacidad de los organismos para soportar cualquier tipo de condición considerada desfavorable. El grado de tolerancia de una planta está determinado por diversos factores, ya sea de la planta, del producto o las condiciones ambientales imperantes del lugar. Una especie es susceptible a un herbicida cuando, al ser expuesta a una dosis dentro del rango recomendado, se afecta su crecimiento, desarrollo e incluso puede morir. Una especie es tolerante si en la misma condición anterior, su crecimiento y desarrollo continua en forma normal o solo es afectado temporalmente, sin afectar el rendimiento y calidad al momento de la cosecha.

2.6 Factores que influyen en la eficacia de los herbicidas pre-emergentes.

La actividad de los herbicidas pre-emergentes puede ser afectada por diversos factores. así requieren humedad para poder situarse en los primeros 5 cm de profundidad del suelo, donde germina la mayoría de la semilla de maleza. Por otra parte, la falta de humedad en el suelo significa que pierden efectividad más rápido ya que es mayor la retención por los coloides del suelo. Por otra parte, plantas del cultivo estresadas por falta de humedad, no son capaces de metabolizar los herbicidas de manera eficiente por lo que pueden afectar su rendimiento (Madariaga *et al.*, 2008).

El control es más eficaz si las semillas de malezas se ubican sobre o cerca de la superficie del suelo por estar en contacto con una mayor concentración del herbicida y mayor es su selectividad

cuando la semilla del cultivo se encuentra a una buena profundidad de siembra (Espinoza *et al.*, 2011). Por lo general la semilla de los cultivos se coloca por debajo de la zona de suelo con mayor concentración de herbicida y la selectividad al cultivo puede ser tanto posicional como fisiológica (Rosales y Sánchez, 2006).

El suelo debe estar descubierto o relativamente libre de paja, capotillo, ceniza u otros restos vegetales, para garantizar una buena distribución del herbicida en el suelo (Espinoza *et al.*, 2011). Los herbicidas PRE presentan una gran interacción con algunas características del suelo como son: la textura, el pH y la materia orgánica que pueden afectar la cantidad de herbicida disponible en el suelo para controlar la maleza (Rosales y Sánchez, 2006). Por lo general la dosis de este tipo de herbicidas se ajusta según el tipo de suelo y materia orgánica, requiriendo una mayor dosis en suelos arcillosos y con alto contenido de materia orgánica (Anderson, 1996).

2.7 Herbicidas pre-emergentes para lupino.

Son diversos y muy variados los herbicidas pre-emergentes utilizados en lupino. En Australia los más utilizados son simazina, diuron, atrazina, trialato, pendimetalina y trifluralina (Harries *et al.*, 2008). Otros autores señalan el uso de alachlor, carbetamida, dialato, diurón, linurón, nitalina, pronamida, trifluralina, propazina y simazina (Percy *et al.*, 1998).

Aunque son muchos los herbicidas para lupino se destaca el uso de simazina, por su mayor utilización a nivel mundial y su eficacia para controlar una amplia gama de malezas y es considerado el principal herbicida usado para controlar malezas en lupino (López y García, 1991; Harries *et al.*, 2008).

En Chile Díaz y Peñaloza (2005), evaluaron pendimetalina, imazetapir, linuron, diuron, simazina y cianazina aplicados en pre-emergencia en la dosis recomendada y el doble en lupino blanco y australiano. Los resultados obtenidos indicaron que trifluralina estuvo condicionada por

la dosis y el tipo de lupino. Pendimetalina fue selectivo en los diversos lupinos mientras que imazetapir lo fue sólo para lupino blanco. El resto de los herbicidas mostró buena selectividad en ambas especies de lupino.

Carrasco (2003), evaluó diversos herbicidas pre-emergentes bajo dos sistemas de labranza; convencional y cero labranza. Los herbicidas estudiados fueron linuron, metribuzina, simazina y alaclor. Los resultados obtenidos fueron que en cero labranza el mejor herbicida fue linuron y en labranza convencional metribuzina. López y García (1991) también señalan el uso de metribuzina en dosis de 500 g/ha en lupino. Por otra parte Silva y Acevedo (2005), coinciden en recomendar metribuzina en lupino aunque en una dosis mayor a 720 g/ha. García (2012), indica que metribuzina en pre-emergencia es más efectivo que simazina para controlar malezas de hoja ancha y malezas gramíneas.

En Chile simazina es el herbicida pre-emergente más recomendado y utilizado a pesar de no controlar bien crucíferas como el rábano. Por esto se utilizan mezclas con diuron para ampliar el control sobre estas malezas de hoja ancha (Acevedo y Silva, 2005; García, 2012).

Espinoza *et al.* (2011), recomiendan en pre-emergencia diuron (1.000 g/ha), metalocloro (480 g/ha) y simazina (1.800 g/ha) en lupino. Por otra parte García (2012) señala que el herbicida flumioxazin se evalúa en lupino por su eficaz control de malezas de hoja ancha principalmente crucíferas como el rábano, mostacilla y yuyo. En el Cuadro 1, se muestran los herbicidas pre-emergentes recomendados en lupino en el país (SAG, 2013).

Cuadro 1. Herbicidas pre-emergentes recomendados en lupino.

Nombre común	Nombres comerciales	Dosis comercial (g-ml/ha)	Empresa
metribuzina	Sencor 480 SC Bectra 48 SC Metriphar 480 SC	1.000 – 1.500 1.000 – 1.500 1.000 – 1.500	Bayer Anasac ASP
simazina	Simazina 90 WP Gesatop 90 WP Simanex 90 WP	1.250 – 2.250 1.250 – 2.000 1.250 – 2.000	Anasac Syngenta Arysta
linuron	Afalon 50 WP Linurex 50 WP	2.000 – 2.500 2.000 – 2.500	Bayer Arysta
trifluralina	Treflan Triflurex 48 EC	1.000 – 1.250 1.000 – 1.250	Dow ASP
pendimetalina	Herbadox 45 SC Spectro 33 EC Pendimetalin 33 EC	2.200 – 2.900 3.000 – 4.000 3.000 – 4.000	Basf Anasac Agrospec
metalocloro	Dual Gold	750 – 1.000	Syngenta

Elaborado en base a la lista de plaguicidas con autorización vigente al 30 de diciembre del 2013, del Servicio Agrícola y Ganadero.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del ensayo.

El trabajo de investigación se realizó en las dependencias del Centro Regional de Investigación Carillanca, dependiente del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), ubicado en la comuna de Vilcún, Región de La Araucanía (38° 41´ Latitud Sur y 72° 25´ Longitud Oeste, a 200 m.s.n.m).

3.2 Clima y características edafológicas del sitio del ensayo.

Clima mediterráneo frío con una temperatura media anual de 10.9 °C y precipitación anual de 2.371 mm. El mes más seco es febrero con 106 mm mientras que julio es el mes con mayores precipitaciones, igual a 331 mm. Enero es el mes más caluroso del año con un promedio de 15.5 °C y julio el mes más frío con 6.6 °C. El periodo con baja probabilidad de heladas es 3 meses, desde diciembre a febrero. El suelo corresponde a la serie Vilcún, tipo andisol, con topografía plana a ligeramente ondulada y clase III de capacidad de uso.

3.3 Material vegetal empleado.

AluProt-CGNA (*L. luteus*): Esta variedad con un 60 % de proteína en grano descascarado y un rendimiento esperado de 50 qqm/ha, se encuentra en proceso de multiplicación genética en predios certificados en la Región de La Araucanía (CGNA, 2013).

Boroa-INIA (*L. albus*): La variedad Boroa-INIA proviene de una planta individual colectada en la Región de La Araucanía 37°30´- 39°30´ S. Es un lupino blanco, amargo y de hábito de crecimiento indeterminado, perteneciente al tipo conocido como Local. Su floración se extiende

desde octubre hasta diciembre. La variedad Boroa-INIA se recomienda para la Región de La Araucanía. Por su largo ciclo se sugiere sembrarla temprano, en mayo-junio (Mera y Galdames, 2007).

Rumbo Baer (*L. albus*): La variedad Rumbo Baer es un lupino dulce y de crecimiento indeterminado, por lo cual, es de floración más prolongada, no obstante por ser de distancia interfloral más corta, tiene un período de floración más precoz que las variedades Victoria y Multolupa, pero más tardía que la variedad Typtop. Es una variedad de crecimiento indeterminado y madurez pareja, con granos de tamaño mediano y de color blanco. Se adapta bien desde la Región del Maule hasta la Región de Los lagos, con fecha de siembra óptima desde abril hasta julio (Semillas Baer, 2009).

Malezas: Se incluyeron malezas de hoja ancha y gramíneas en el ensayo, todas sembradas y separadas del cultivo. Las malezas de hoja ancha sembradas fueron rábano (*R. sativus*), mostacilla (*S. officinale*), yuyo (*B. rapa*) y manzanillón (*A. cotula*) mientras que las malezas gramíneas correspondieron a ballica (*L. multiflorum*) y cola de zorro (*C. echinatus*). Todas las semillas de las malezas sembradas fueron colectadas por el Programa de Malherbología de INIA Carillanca.

3.4 Establecimiento de los ensayos.

Previo a la siembra de los lupinos se realizó una preparación de suelo que comenzó con la quema del rastrojos del cultivo anterior (trigo), seguido de una labor con arado cincel y otra con rotocultivador. Inmediatamente después de la siembra se pasó un rodón para asegurar una adecuada ubicación y profundidad de las semillas.

La semilla fue desinfectada con el insecticida Regent 250 FS (fipronil 25%) más fungicida Pomarsol Forte (thiuram 80%) en la dosis de 150 ml y 200 g, respectivamente en 500 ml de agua.

La siembra de los lupinos se realizó el 19 de julio del 2012, utilizando una dosis de 100 kg/ha de semilla en lupino amarillo y 120 kg/ha de semilla en ambos cultivares de lupino blanco. Las malezas se sembraron en igual fecha. En ballica y cola de zorro usaron 35 kg/ha y 40 kg/ha de semillas respectivamente. En rábano se utilizaron 8 kg/ha de semillas y 6 kg/ha para yuyo, mostacilla y manzanillón.

Cultivo y malezas se sembraron separadamente. En cada lupino se incluyeron ocho hileras distanciadas a 25 cm, mientras que en cada maleza gramínea tres hileras distanciadas a 20 cm y una hilera distanciada a 20 cm para cada maleza de hoja ancha.

Todos los lupinos se fertilizaron con 10 kg/ha de N (37 kg de Can-27), 90 kg/ha de P_2O_5 (196 kg/ha de Súper fosfato triple) y 80 kg/ha de K_2O (133 kg de Muriato). Mientras que las malezas fueron fertilizadas con 120 kg/ha de N (440 kg/ha de Can 27). En ambos casos la fertilización se realizó inmediatamente después de la siembra.

3.5 Herbicidas utilizados.

Metribuzina: Pertenece a la familia de las triazinonas y actúa en la inhibición de la fotosíntesis mediante la interrupción del fotosistema II. Es un herbicida selectivo para el control de malezas anuales gramíneas y de hoja ancha en pre-emergencia o post-emergencia temprana, en soja, papas, tomates, caña de azúcar y lupino (Roberts, 1998).

Simazina: Herbicida selectivo de la familia de las triazinas que actúa en la planta impidiendo la formación de clorofila (Roberts, 1998; Ross y Lemby, 1986). Controla malezas de hoja ancha (dicotiledóneas) y gramíneas anuales, en cultivos de maíz, sorgo, lupino, caña de azúcar, frutales de hoja caduca y cítricos. Se recomienda su uso en preemergencia de las malezas, inmediatamente después de la siembra del cultivo.

Trifluralina: Herbicida de la familia de las dinitroanilina que actúa en la inhibición de la mitosis y división celular controlando en pre-emergencia a numerosas malezas gramíneas y de hoja ancha anuales, durante la germinación (University of Hertfordshire, 2013). Recomendado en trigo, triticale, raps, zanahoria, lupino, lenteja, poroto, cítricos, pomáceas y almendros, entre otros. Debe ser incorporado al suelo, debido a que es moderadamente volátil y es sensible a la degradación por la luz ultravioleta (Ross y Lemby, 1986).

Diuron: Herbicida recomendado en cítricos, pomáceas, cereales, espárragos, alcachofas, berries, paltos y olivos, de acción sistémica y de larga acción residual, absorbido principalmente por las raíces, con translocación vía xilema hacia la parte aérea. Controla malezas anuales de hoja ancha y gramínea en diversos cultivos. Pertenece al grupo químico derivados de la urea (AFIPA, 2006).

Flumioxazin: Herbicida de la familia de las fenilftalimidias, que se caracteriza por inhibir la protoporphyrinogen oxidasa (Protox), enzima esencial requerida por las plantas para la producción de clorofila. Es insoluble en agua y en el suelo tiene baja movilidad, presenta acción residual (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2012). Es recomendado en vides, olivos y trigo, controlando malezas de hoja ancha anuales y malezas gramíneas (AFIPA, 2006).

3.6 Tratamientos estudiados.

En el ensayo se incluyeron 11 tratamientos, nueve correspondientes a tratamientos herbicidas aplicados en pre-emergencia (Cuadro 2) y dos a tratamientos testigo sin herbicidas, uno enmalezado y otro sin malezas (limpio), los cuales se controlaron normalmente. El tamaño de cada parcela fue de 2 x 8 m (16 m²), la que incluyó ocho hileras de cada tipo de lupino, tres hileras de cada maleza gramínea y una hilera de cada malezas de hoja ancha.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados. INIA-Carillanca, 2012-2013.

Nombre común	Dosis i.a (g/ha)	Nombre comercial	Dosis comercial (g-ml/ha)
Testigo enmalezado	.....	.....	.....
Testigo limpio	.....	.....	.....
simazina	2.700	Simazina 90 WG	3.000
trifluralina	1.500	Treflan 48 EC	3.000
metribuzina	750	Sencor 480 SC	1.500
flumioxazin	50	Valor 48 WP	100
simazina + diuron	1.800 + 900	Simazina 90 WG + Dazzler	2.000 + 1.800
trifluralina + diuron	1.000 + 900	Treflan 48 EC + Dazzler	2.000 + 1.800
simazina + flumioxazin	1.800 + 50	Simazina 90 WP + Valor 48 WP	2.000 + 100
trifluralina+ flumioxazin	1.000 + 50	Treflan 48 EC + Valor 48 WP	2.000 + 100
simazina + trifluralina	1.800 + 1.000	Simazina 90 WP + Treflan 48 EC	2.000 + 2.000

i.a indica ingrediente activo

3.7 Diseño experimental.

El diseño experimental utilizado correspondió al de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

3.8 Aplicación de los herbicidas.

Se realizó el 24 de julio de 2012, cinco días después de la siembra entre las 14:40 y las 16:15 hrs, con una temperatura y humedad relativa promedio de 9,3 °C y 58,3% respectivamente. La aplicación de todos los herbicidas se realizó con un aspersor tipo bicicleta marca MAT OSU, a

base de aire comprimido, con barra de aplicación y boquillas de abanico plano Tee-Jet 8015, calibrado para un gasto de agua de 200 L/ha.

3.9 Evaluaciones realizadas.

3.9.1 En el lupino.

Fitotoxicidad: La fitotoxicidad de los herbicidas en los cultivos se evaluó en diferentes periodos después de la aplicación mediante la escala 0-100%, en que 0% indica ausencia de síntomas de daño en las plantas y 100% indica destrucción completa de las plantas (Burril *et al.*, 1997).

Densidad de plantas: Se realizó el 5 de octubre de 2012 en las cuatro hileras centrales de cada tipo de lupino en una extensión de 0,5 m.

Altura de plantas: Se hicieron dos evaluaciones de altura en cada lupino, la primera el 5 de octubre y la segunda el 15 de noviembre del 2012, utilizando una regla graduada en centímetros, donde se midió la altura en 10 plantas seleccionadas al azar.

Rendimiento de grano: La cosecha se realizó el 1 de marzo del 2013, en las cuatro hileras centrales de cada lupino y en una extensión de 1 m. Las plantas fueron arrancadas manualmente para ser trilladas con una maquina estacionaria para ensayos. Posteriormente se determinó el peso de grano en el laboratorio de malherbologia para obtener finalmente los resultados de rendimiento de grano.

3.9.2 En las malezas.

Control visual: El control de malezas gramíneas y hoja ancha con los herbicidas se evaluó en diferentes periodos después de la aplicación. La escala utilizada para evaluar visualmente el control fue de 0-100%, en que 0% indica ausencia de control y 100% indica destrucción completa de las plantas (Burril *et al*, 1997).

Peso fresco: Las malezas fueron cortadas a ras de suelo en un área de 0,25 m² obteniendo la parte aérea de las plantas. Luego se separaron, identificaron y pesaron para obtener el peso fresco de cada especie. La evaluación se realizó el 30 de noviembre del 2012.

3.9 Análisis de resultados.

Los datos de altura, densidad de plantas y rendimiento de grano de cada lupino, y el peso verde de las malezas, fueron analizados utilizando el programa SPSS, versión 11.0. Para verificar y determinar diferencias entre los distintos tratamientos aplicados, se realizó un análisis de varianza y prueba de comparación de medias mediante el test de Duncan al 0,05 de probabilidad. Para el análisis de los datos, cada lupino y especie de malezas fue considerado un ensayo independiente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Control de malezas gramíneas.

4.1.1 Ballica.

El control de ballica fue variable dependiendo del tratamiento herbicida y de la fecha de evaluación. Transcurridos 96 días desde la aplicación, simazina (2.700 g/ha), metribuzina (750 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha) y simazina (1.800 g/ha) + trifluralina (1.000 g/ha), ejercieron el mayor control visual, entre 90% y 99%, y transcurridos 133 días, la mayor disminución del peso fresco de la parte aérea de las plantas, entre 91% y 100% (Cuadro 3). La mayor eficacia de estos tratamientos para controlar ballica respecto a trifluralina (1.500 g/ha), flumioxazin (50 g/ha), trifluralina (1.000 g/ha) + diuron (900 g/ha) y trifluralina (1.000 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha), sería atribuible fundamentalmente a un mayor efecto residual, ya que transcurridos 53 días fueron muy similares entre sí (Cuadro 3). Mera *et al.*, (2004) y Bedmar (2006) señalan que simazina y metribuzina tienen un prolongado efecto residual, explicando así su mayor eficacia sobre las malezas respecto a otros herbicidas. Es importante señalar que estos resultados de control de ballica se obtuvieron en una situación difícil para lograr un control eficaz con los herbicidas, ya que no hubo competencia del cultivo por haberse sembrado separadamente de las malezas. Esto explica el alto peso fresco de ballica alcanzado con aquellos tratamientos que tuvieron un menor efecto residual cuando habían transcurrido 133 días desde la aplicación.

4.1.2 Cola de zorro.

A los 96 días después de la aplicación de los herbicidas, los tratamientos más eficaces para controlar cola de zorro correspondieron a simazina (2.700 g/ha), metribuzina (750 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha) y

simazina (1.800 g/ha) + trifluralina (1.000 g/ha), ya que ejercieron un control visual igual o superior a 93%, y transcurridos 133 días la mayor disminución del peso fresco de la parte aérea de las plantas, entre 91% y 100% (Cuadro 4). El resto de los tratamientos, esto es, trifluralina (1.500 g/ha), flumioxazin (50 g/ha), trifluralina (1.000 g/ha) + diuron (900 g/ha) y trifluralina (1.000 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha) también controlaron cola de zorro, pero significativamente menos, como consecuencia de un menor efecto residual y porque algunos herbicidas como flumioxazin y trifluralina demostraron ser naturalmente menos eficaces (Cuadro 4).

En la figura 1 se observa que a los 133 días después de la aplicación de los herbicidas, los tratamientos simazina (2.700 g/ha), metribuzina (750 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha) y simazina (1.800 g/ha) + trifluralina (1.000 g/ha) controlaron eficazmente ballica y cola de zorro, no así trifluralina (1.500 g/ha), flumioxazin (50 g/ha), trifluralina (1.000 g/ha) + diuron (900 g/ha), flumioxazin (50 g/ha) y trifluralina (1.000 g/ha) + diuron (900 g/ha).

El herbicida trifluralina es un producto volátil y fotodegradable que se descompone en presencia de la luz natural, razones por las que se recomienda incorporarlo al suelo (Díaz y Peñaloza, 1995; Perry *et al.*, 1998; Rosales y Esqueda, 2006; Bedmar, 2006; Harries *et al.*, 2008). En nuestros ensayos, la trifluralina se aplicó después de sembrar, esto es, no fue incorporada, por lo que pudo haber estado expuesta a mayores pérdidas, lo que probablemente explica su comportamiento en ballica y cola de zorro cuando su eficacia se evaluó en estados más avanzados de desarrollo del cultivo.

Alister *et al.* (2010), indican que flumioxazin (50 g/ha) aplicado en pre-emergencia en trigo en dos localidades de la Región de La Araucanía, controló un 75% y 45% de ballica a los 141 días después de su aplicación. Por otra parte, en nuestros ensayos flumioxazin aplicado en igual dosis, controló un 83% de ballica a los 53 días después de su aplicación y un 53% a los 96 días, aunque en ausencia del cultivo del lupino.

Según Espinoza *et al.* (2011) ballica y cola de zorro son moderadamente sensibles (71 a 90% de control) y sensibles (91 a 100%) a simazina, respectivamente, mientras que medianamente tolerantes (50 a 70%) y moderadamente sensibles (71 a 90%) a flumioxazin. En cambio ambas especies serían tolerantes a diuron (control inferior a 50% o sin control).

Cuadro 3. Control visual y peso fresco de ballica. INIA-Carillanca, 2012-2013.

Herbicidas	Dosis/ha (g/ha)	Control visual (%) ¹				Peso fresco (g/m ²)
		35 dda	39 dda	53 dda	96 dda	
Testigo enmalezado	.....	0	0	0	0	2.346 a
simazina	2.700	38	38	84	95	68 d
trifluralina	1.500	59	82	84	40	1.476 bc
metribuzina	750	22	96	98	99	8 d
flumioxazin	50	43	81	83	53	1.874 b
simazina + diuron	1.800 + 900	16	43	86	97	113 d
trifluralina + diuron	1.000 + 900	73	82	81	57	1.294 c
simazina + flumioxazin	1.800 + 50	41	65	87	90	152 d
trifluralina + flumioxazin	1.000 + 50	81	93	91	65	1.323 c
simazina + trifluralina	1.800 + 1.000	61	60	85	91	219 d

¹Escala 0-100 %, en que 0% indica ausencia de control y 100% indica control total de las plantas; dda indica días después de la aplicación de los herbicidas.

En la columna de peso fresco, medias unidas con la misma letra indica que no difieren estadísticamente entre sí (Duncan $\leq 0,05$). El peso fresco se determinó a los 133 días después de la aplicación.

Cuadro 4. Control visual y peso fresco de cola de zorro. INIA-Carillanca, 2012-2013.

Herbicidas	Dosis/ha (g/ha)	Control visual (%) ¹				Peso fresco (g/m ²)
		35 dda	39 dda	53 dda	96 dda	
Testigo enmalezado	.....	0	0	0	0	1.349 b
simazina	2.700	13	75	93	99	47 d
trifluralina	1.500	75	70	57	40	1.802 a
metribuzina	750	25	81	99	93	29 d
flumioxazin	50	43	46	63	48	1.630 ab
simazina + diuron	1.800 + 900	15	59	82	96	47 d
trifluralina + diuron	1.000 + 900	60	70	70	41	1.739 a
simazina + flumioxazin	1.800 + 50	59	71	93	98	43 d
trifluralina + flumioxazin	1.000 + 50	78	78	80	61	821 c
simazina + trifluralina	1.800 + 1.000	53	63	82	93	47 d

¹Escala 0-100 %, en que 0% indica ausencia de control y 100% indica control total de las plantas; dda indica días después de la aplicación de los herbicidas.

En la columna de peso fresco, medias unidas con la misma letra indica que no difieren estadísticamente entre sí (Duncan \leq 0,05). El peso fresco se determinó a los 133 días después de la aplicación.

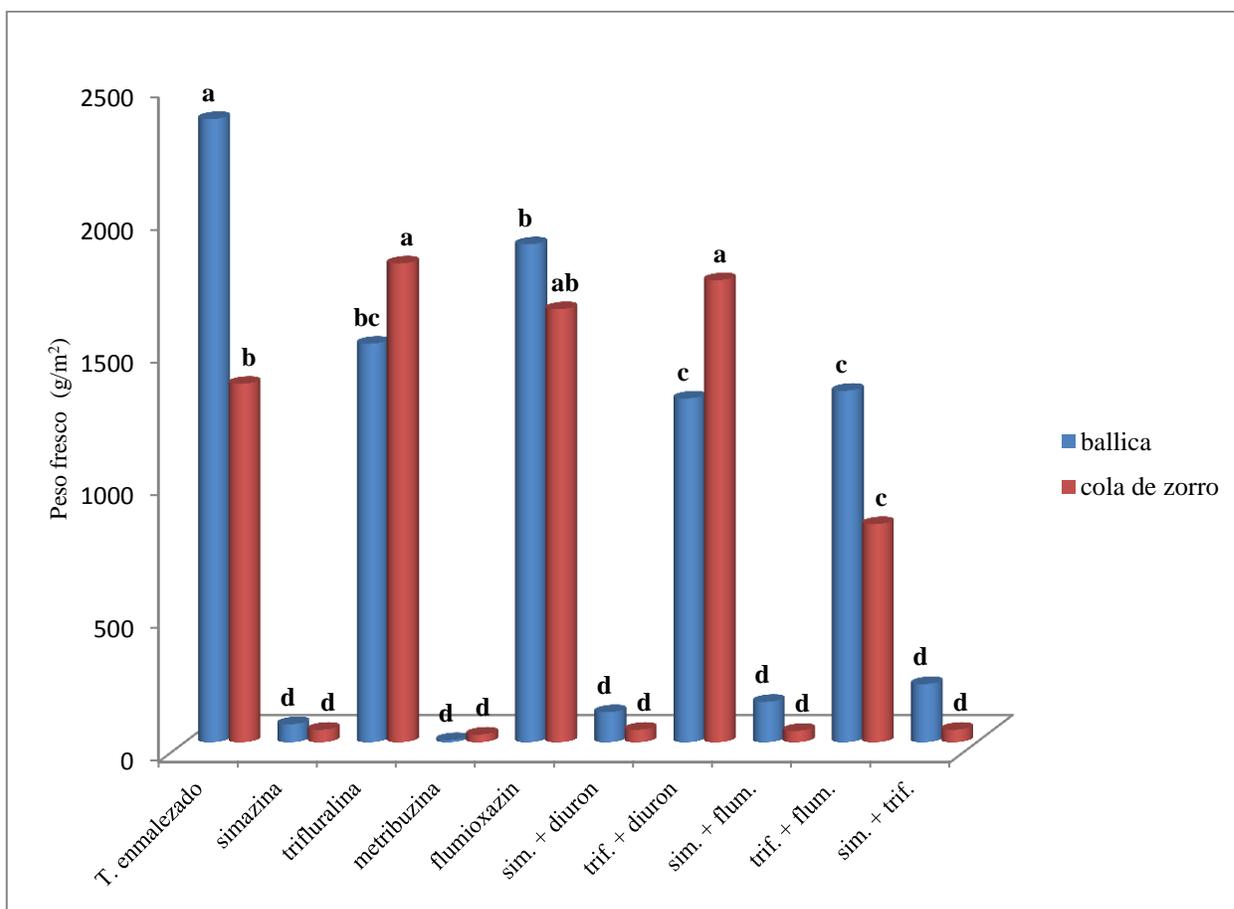


Figura 1. Efecto de los herbicidas en el peso fresco de ballica y cola de zorro transcurridos 133 días desde la aplicación. INIA-Carillanca, 2012-2013.

4.2 Control de malezas de hoja ancha.

4.2.1 Rábano.

Los tratamientos simazina (2.700 g/ha), metribuzina (750 g/ha), flumioxazin (50 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha), trifluralina (1.000 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha) y simazina (1.800 g/ha) + trifluralina (1.000 g/ha), ejercieron un significativo control visual de rábano, ya que fluctuó entre 84% y 100% transcurridos 96 días después de la aplicación de los herbicidas (Cuadro 5). Por el contrario,

trifluralina (1.000 g/ha) + diuron (900 g/ha) y trifluralina (1.500 g/ha) ejercieron solamente un 59% y 10% de control, respectivamente (Cuadro 5). El nulo control de rábano con trifluralina no debería sorprender, ya que este producto no controló rábano ni otras especies de la familia Brassicácea

Los datos del peso fresco de rábano obtenidos a los 133 días desde la aplicación de los herbicidas indican que la eficacia de éstos para disminuirlo con respecto al testigo enmalezado en orden decreciente fue simazina+flumioxazin (90%), metribuzina (82%), simazina+diuron (64%), simazina (58%), simazina+trifluralina (45%), flumioxazin (40%) y trifluralina+diuron (19%) (Cuadro 5 y Figura 3). En el caso de trifluralina (1.500 g/ha) y trifluralina (1.000 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha) no hubo disminución del peso fresco de rábano, por el contrario, este fue incluso superior al obtenido en el tratamiento testigo sin herbicida y enmalezado (Cuadro 5 y Figura 2), lo que se explica por una menor competencia con otras especies de malezas existentes en el ensayo y que si fueron controladas por estos herbicidas.

El rábano es sensible (91% a 100%) a flumioxazin (50 g/ha) y moderadamente sensible (71% a 90% de control) a simazina (1.800 g/ha) (Espinoza *et al.*, 2011), lo que explicaría la alta eficacia de la mezcla de ambos herbicidas en nuestro trabajo. Por el contrario, es tolerante a la trifluralina, lo que coincide con nuestros resultados. Diferentes fuentes sugieren que agregar diuron a simazina mejora el control de rábano (Garlinge, 2005; Innovación Agraria, 2007; García, 2012). Sin embargo, en nuestro trabajo no se observó un mayor control por la adición de diuron (900 g/ha) a simazina (1.800 g/ha). Como consecuencia de haber disminuido la dosis de simazina en relación a cuando se aplicó sin diuron. De acuerdo con Espinoza *et al.* (2011) el rábano es tolerante (control inferior a 50% o ningún control) a diuron (1.000 g/ha), razón por la que una mejor estrategia de control que la mezcla para controlar rábano en lupino es aplicar solo simazina pero en dosis alta, tal como 2.700 g/ha (Nelson Espinoza Neira, comunicación personal). El tratamiento de metribuzina (750 g/ha) controló eficazmente rábano, lo que concuerda con lo señalado por García (2012) y Carrasco (2003).

Una característica del rábano es su gran agresividad como consecuencia del gran tamaño de sus hojas, gran altura y alta tasa de crecimiento, capacidad que en el campo puede expresarse en mayor o menor magnitud, dependiendo de una serie de factores, tales como competencia de otras plantas, incluyendo el cultivo, la eficacia y residualidad de los herbicidas. Se ha observado que una sola planta de rábano que no es bien controlada por un herbicida pre-emergente, puede reiniciar rápidamente el crecimiento y producir una gran cantidad de follaje o materia verde en un corto periodo. Esto explica el alto peso fresco de rábano alcanzado con la mayoría de los tratamientos herbicidas cuando habían transcurridos 133 días después de la aplicación, incluyendo aquellos que lo controlaron eficazmente hasta los 96 días.

Cuadro 5. Control visual y peso fresco de rábano. INIA-Carillanca, 2012-2013.

Herbicidas	Dosis/ha (g/ha)	Control visual (%) ¹				Peso fresco (g/m ²)
		35 dda	39 dda	53 dda	96 dda	
Testigo enmalezado	.....	0	0	0	0	6.602 ab
simazina	2.700	10	74	93	90	2.746 cd
trifluralina	1.500	18	26	10	0	8.051 a
metribuzina	750	79	98	98	100	1.191 d
flumioxazin	50	63	96	97	90	4.008 bcd
simazina + diuron	1.800 + 900	64	90	94	95	2.374 cd
trifluralina + diuron	1.000 + 900	29	33	59	44	5.371 abc
simazina + flumioxazin	1.800 + 50	84	99	99	99	686 d
trifluralina + flumioxazin	1.000 + 50	62	99	95	90	6.721 ab
simazina + trifluralina	1.800 + 1.000	48	53	78	84	3.633 bcd

¹Escala 0-100 %, en que 0% indica ausencia de control y 100% indica control total de las plantas; dda indica días después de la aplicación de los herbicidas.

En la columna de peso fresco, medias unidas con la misma letra indica que no difieren estadísticamente entre sí (Duncan \leq 0,05). El peso fresco se determinó a los 133 días después de la aplicación.

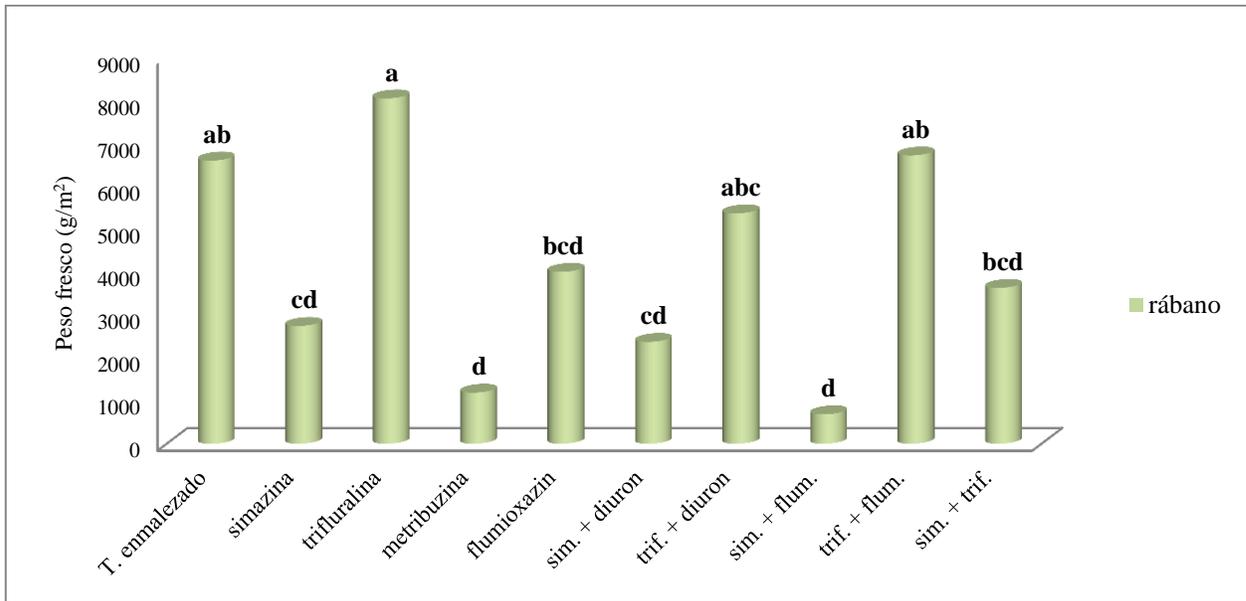


Figura 2. Peso fresco de rábano a los 133 días desde la aplicación. INIA Carillanca, 2012-2013.

4.2.2 Yuyo.

Los tratamientos simazina (2.700 g/ha), metribuzina (750 g/ha), flumioxazin (50 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha), trifluralina (1.000 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha) y simazina (1.800 g/ha) + trifluralina (1.000 g/ha) ejercieron entre 99 y 100% de control visual de yuyo transcurridos 96 días desde la aplicación de los herbicidas (Cuadro 6). Estos mismos tratamientos disminuyeron también en mayor magnitud el peso fresco de yuyo cuando habían transcurrido 133 días. No obstante lo anterior, algunos tratamientos fueron más eficaces que otros para disminuir el peso fresco, específicamente simazina (2.700 g/ha), metribuzina (750 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha) y simazina (1.800 g/ha) + trifluralina (1.000 g/ha) (Cuadro 6 y Figura 3). Por el contrario, trifluralina (1.000 g/ha) + diuron (900 g/ha) y trifluralina (1.500 g/ha) ejercieron un 66% y nulo control visual, respectivamente. El yuyo es clasificado como tolerante (control menor a 50% o sin control) a trifluralina (Espinoza *et al.*, 2011), lo que explicaría la baja eficacia exhibida por este herbicida en nuestro estudio.

4.2.3 Mostacilla.

La mostacilla fue controlada eficazmente por todos los tratamientos, ya que el control visual fluctuó entre 97% y 100%. La excepción fue el tratamiento de trifluralina (1.500 g/ha), que no ejerció ningún control (Cuadro 6). Los tratamientos más eficaces para disminuir el peso fresco de mostacilla a los 133 días después de la aplicación fueron simazina (2.700 g/ha), metribuzina (750 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha), trifluralina (1.000 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha) y simazina (1.800 g/ha) + trifluralina (1.000 g/ha) que ejercieron una reducción entre un 94% y 99%. Los tratamientos restantes fueron claramente menos eficaces para reducir el peso fresco de mostacilla, correspondiendo a flumioxazin (66% de disminución), trifluralina+diuron (53 %), trifluralina+flumioxazin (30%) y trifluralina (0%) (Cuadro 6 y Figura 4). El resultado obtenido con trifluralina (1.500 g/ha) era esperado debido que no controla malezas de la familia Brasicácea (Espinoza *et al.*, 2011).

4.2.4 Manzanillón.

Todos los tratamientos herbicidas, exceptuando trifluralina (1.500 g/ha) controlaron eficazmente manzanillón a los 96 días después de la aplicación, obteniéndose un control que fluctuó entre 88% y 100% (Cuadro 6). Por otra parte, los tratamientos simazina (2.700 g/ha), metribuzina (750 g/ha), flumioxazin (50 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha), trifluralina (1.000 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha) y simazina (1.800 g/ha) + trifluralina (1.000 g/ha) fueron muy eficaces para disminuir el peso fresco de manzanillón transcurridos 133 días desde la aplicación, con porcentajes de reducción entre 68% y 97% (Cuadro 6 y Figura 5). Los tratamientos restantes fueron menos eficaces y correspondieron a trifluralina+diuron (55% de disminución), trifluralina +flumioxazin (18%) y trifluralina (0%) (Cuadro 6 y Figura 5). Espinoza *et al.* (2011) señala que manzanillón es tolerante (control menor a 50% o ningún control) a la trifluralina, justificando su nula eficacia en esta especie.

Cuadro 6. Control visual y peso fresco de yuyo, mostacilla y manzanillón. INIA-Carillanca, 2012-2013.

Herbicidas	Dosis (g/ha)	yuyo		mostacilla		manzanillón	
		Control Visual ¹ (%)	Peso fresco (g/m ²)	Control Visual ¹ (%)	Peso fresco (g/m ²)	Control Visual ¹ (%)	Peso fresco (g/m ²)
Testigo enmalezado	.....	0	855 b	0	1.035 b	0	312 ab
simazina	2.700	100	123 d	100	57 d	98	30 c
trifluralina	1.500	0	1.508 a	0	1.823 a	31	475 a
metribuzina	750	100	0 d	100	34 d	98	100 bc
flumioxazin	50	99	440 cd	100	343 cd	98	68 bc
simazina + diuron	1.800 + 900	100	23 d	100	11 d	100	28 c
trifluralina + diuron	1.000 + 900	66	699 bc	97	485 cd	88	140 ab
simazina + flumioxazin	1.800 + 50	100	23 d	100	48 d	100	9 c
trifluralina + flumioxazin	1.000 + 50	99	208 d	99	722 bc	99	245 abc
simazina + trifluralina	1.800 + 1000	100	56 d	100	49 d	98	62 bc

¹Escala 0-100 %, en que 0% indica ausencia de control y 100% indica control total de las plantas; dda indica días después de la aplicación de los herbicidas. En cada columna de peso fresco, medias unidas con la misma letra indica que no difieren estadísticamente entre sí (Duncan \leq 0,05). El peso fresco se determinó a los 133 días después de la aplicación. El control visual se determinó a los 96 días después.

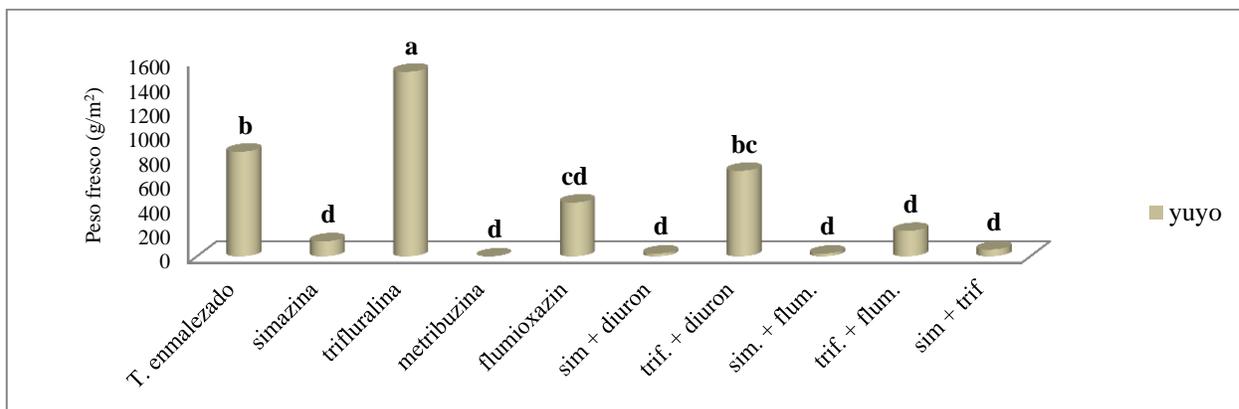


Figura 3. Peso fresco de yuyo a los 133 días de la aplicación. INIA-Carillanca, 2012-2013.

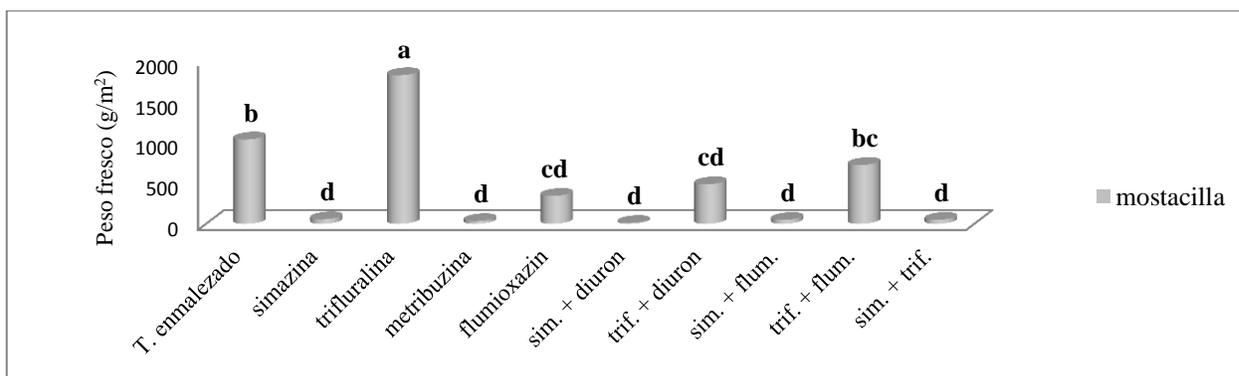


Figura 4. Peso fresco de mostacilla a los 133 días de la aplicación. INIA-Carillanca 2012-2013.

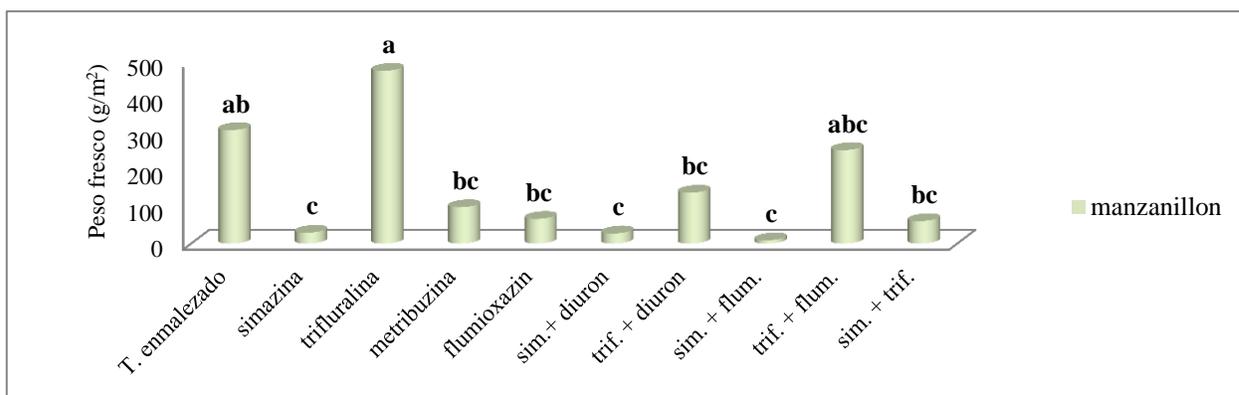


Figura 5. Peso fresco de manzanillon a los 133 días de la aplicación. INIA-Carillanca 2012-2013.

4.3 Selectividad de los herbicidas en lupino.

4.3.1 AluProt-CGNA.

En la evaluación realizada a los 76 días después de la aplicación, se encontró que ningún tratamiento herbicida afectó la densidad y altura de plantas de lupino AluProt-CGNA (Cuadro 7). Sin embargo, transcurridos 108 días desde la aplicación, todos los tratamientos disminuyeron la altura de las plantas, excepto trifluralina (1.500 g/ha) y trifluralina (1.000 g/ha) + diuron (900 g/ha). La diferencia de altura entre las plantas fluctuó entre 6 y 12 cm, dependiendo del tratamiento de las plantas.

Los resultados de fitotoxicidad demuestran que a los 39 días después de la aplicación no se observó ningún síntoma de daño en las plantas con los diversos tratamientos (Cuadro 8). Sin embargo, los obtenidos a los 96 días demuestran que la mayoría ocasionó alguna fitotoxicidad, aunque leve, ya que no superó el 32%. Los tratamientos que no ocasionaron fitotoxicidad fueron trifluralina (1.500 g/ha) y trifluralina (1.000 g/ha) + diuron (900 g/ha), esto es, los mismos que no afectaron la altura. Los síntomas de fitotoxicidad se caracterizaron básicamente por un retardo en el crecimiento.

Los rendimientos de grano de lupino amarillo fluctuaron entre 18 y 24 qqm/ha, no observándose diferencias entre los tratamientos testigos, ni entre éstos y los tratamientos herbicidas (Cuadro 8). Estos resultados se explicarían por la baja infestación de malezas que emergió naturalmente en el área de siembra del lupino amarillo y el eficaz control ejercido por los diversos tratamientos.

Cuadro 7. Efecto de los herbicidas en la densidad y altura de plantas de lupino AluProt-CGNA. INIA-Carillanca, 2012-2013.

Herbicidas	Dosis (g/ha)	Densidad plantas (n°/m ²)	Altura planta (cm)	
			76 dda	108 dda
Testigo enmalezado	.....	43 a	11,4 a	51,5 cd
Testigo limpio	.....	45 a	11,3 a	61,4 a
simazina	2.700	43 a	11,0 a	50,3 d
trifluralina	1500	42 a	11,2 a	59,3 ab
metribuzina	750	41 a	10,6 a	53,5 bcd
flumioxazin	50	40 a	11,0 a	50,6 d
simazina + diuron	1.800 + 900	45 a	11,3 a	50,2 d
trifluralina + diuron	1.000 + 900	44 a	10,9 a	58,0 abc
simazina + flumioxazin	1.800 + 50	43 a	10,8 a	48,8 d
trifluralina + flumioxazin	1.000 + 50	45 a	10,6 a	49,3 d
simazina + trifluralina	1.800 + 1.000	44 a	10,8 a	54,5 bcd

En cada columna, medias unidas con la misma letra indica que no difieren estadísticamente entre sí (Duncan $\leq 0,05$), dda indica días después de la aplicación de los herbicidas.

Cuadro 8. Notas visuales de fitotoxicidad en el cultivo y rendimiento de lupino AluProt-CGNA. INIA-Carillanca, 2012-2013.

Herbicidas	Dosis (g/ha)	Fitotoxicidad visual ¹ (%)		Rendimiento (qqm/ha)
		39 dda	96 dda	
Testigo enmalezado	.....	0	0	18 a
Testigo limpio	.....	0	0	23 a
simazina	2.700	0	18	18 a
trifluralina	1.500	0	0	20 a
metribuzina	750	0	14	24 a
flumioxazin	50	0	14	20 a
simazina + diuron	1.800 + 900	0	12	19 a
trifluralina + diuron	1.000 + 900	0	0	24 a
simazina + flumioxazin	1.800 + 50	0	32	18 a
trifluralina + flumioxazin	1.000 + 50	0	27	19 a
simazina + trifluralina	1.800 + 1.000	0	8	22 a

¹Escala 0-100% en que 0% indica ausencia de fitotoxicidad y 100% indica destrucción completa de las plantas; dda indica días después de la aplicación. En la columna de rendimiento de grano de lupino, medias unidas con las mismas letras indica que no difieren estadísticamente entre sí (Duncan, $P \leq 0,05$).

4.3.2 Lupino Boroa INIA.

En la evaluación realizada a los 76 días después de la aplicación, se encontró que ningún tratamiento herbicida afectó la densidad de lupino Boroa INIA (Cuadro 9). Transcurrido este mismo periodo simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha) afectó negativamente la altura de las plantas y transcurridos 108 días los tratamientos metribuzina (750 g/ha), flumioxazin (50 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha) y simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha) (Cuadro 9). La menor altura respecto al tratamiento testigo fluctuó entre 6 a 11 cm.

Los resultados de fitotoxicidad demuestran que a los 96 días después de la aplicación se observó alguna fitotoxicidad con la mayoría de los herbicidas, aunque leve, ya que fluctuó entre 3% y 32% (Cuadro 10). Los síntomas de fitotoxicidad se caracterizaron básicamente por un retardo en el crecimiento.

Los rendimientos de grano de lupino Boroa INIA fluctuaron entre 43 y 53 qqm/ha, no observándose diferencias estadísticas entre los tratamientos testigos, ni entre estos y los tratamientos herbicidas (Cuadro 10). Estos resultados se explicarían por la baja infestación de malezas que emergió naturalmente en el área de siembra del lupino blanco (amargo) y el eficaz control ejercido por los diversos tratamientos.

Cuadro 9. Efecto de los herbicidas en la densidad y altura de plantas de lupino Boroa INIA. INIA-Carillanca, 2012-2013.

Herbicidas	Dosis (g/ha)	Densidad de plantas (n°/m ²)	Altura planta (cm)	
			76 dda	108 dda
Testigo enmalezado	.....	24 a	14,1 a	71,0 ab
Testigo limpio	.....	26 a	14,0 a	77,6 a
simazina	2.700	24 a	14,0 a	72,7 ab
trifluralina	1500	22 a	13,9 ab	73,0 ab
metribuzina	750	24 a	14,4 a	66,4 b
flumioxazin	50	23 a	13,0 ab	70,2 b
Simazina + diuron	1.800 + 900	23 a	13,6 ab	68,8 b
trifluralina + diuron	1.000 + 900	22 a	13,6 ab	72,8 ab
simazina + flumioxazin	1.800 + 50	22 a	12,2 b	66,9 b
trifluralina + flumioxazin	1.000 + 50	24 a	14,0 a	70,9 ab
simazina + trifluralina	1.800 + 1.000	23 a	13,2 ab	73,7 ab

En cada columna, medias unidas con la misma letra indica que no difieren estadísticamente entre sí (Duncan $\leq 0,05$), dda indica días después de la aplicación de los herbicidas.

Cuadro 10. Notas visuales de fitotoxicidad en el cultivo y rendimiento de lupino Boroa INIA. INIA-Carillanca, 2012-2013.

Herbicidas	Dosis (g/ha)	Fitotoxicidad visual ¹ (%)	Rendimiento (qqm/ha)
Testigo enmalezado	.....	0	43 a
Testigo limpio	.....	0	49 a
simazina	2.700	5	50 a
trifluralina	1.500	0	50 a
metribuzina	750	31	48 a
flumioxazin	50	3	50 a
simazina + diuron	1.800 + 900	15	44 a
trifluralina + diuron	1.000 + 900	3	48 a
simazina + flumioxazin	1.800 + 50	32	53 a
trifluralina + flumioxazin	1.000 + 50	25	45 a
simazina + trifluralina	1.800 + 1.000	3	52 a

¹Escala 0-100% en que 0% indica ausencia de fitotoxicidad y 100% indica destrucción completa de las plantas; dda indica días después de la aplicación. En la columna de rendimiento de grano de lupino, medias unidas con las mismas letras indica que no difieren estadísticamente entre sí (Duncan, $P \leq 0,05$).

4.3.3 Lupino Rumbo Baer.

En la evaluación realizada a los 76 días después de la aplicación, se encontró que ningún tratamiento herbicida afectó la densidad de plantas de lupino Rumbo Baer (Cuadro 11). Transcurrido este mismo periodo simazina (2.700 g/ha), flumioxazin (50 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha) y simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha) afectaron negativamente la altura de plantas de lupino y transcurridos 108 días la mayoría de los tratamientos (Cuadro 11). La menor altura respecto al tratamiento testigo fluctuó entre 6 a 11 cm.

Los resultados de fitotoxicidad obtenidos a los 96 días demuestran que la mayoría de los tratamientos herbicidas ocasionó alguna fitotoxicidad, aunque leve, ya que no superó el 27%. Los síntomas de fitotoxicidad se caracterizaron básicamente por un retardo en el crecimiento. De acuerdo con Ivany y Mc Cully (1994) dosis superiores a 500 g/ha de metribuzina provocarían daños en el lupino blanco (dulce). Sin embargo de acuerdo con nuestros resultados sólo se observó una leve fitotoxicidad con el tratamiento de metribuzina (750 g/ha).

Los rendimientos de grano de lupino Rumbo Baer fluctuaron entre 31 y 46 qqm/ha, no observándose diferencias entre los tratamientos testigos, ni entre éstos y los tratamientos herbicidas, excepto con flumioxazin (Cuadro 8).

Cuadro 11. Efecto de los herbicidas después de la aplicación, en densidad y altura de plantas de lupino Rumbo Baer. INIA-Carillanca, 2012-2013.

Herbicidas	Dosis (g/ha)	Densidad de plantas (n°/m ²)	Altura planta (cm)	
			76 dda	108 dda
Testigo enmalezado	.....	25 a	7,7 ab	46,4 b
Testigo limpio	.....	25 a	8,0 a	52,6 a
simazina	2.700	25 a	7,0 b	44,9 b
trifluralina	1500	24 a	7,3 ab	48,2 ab
metribuzina	750	20 a	7,3 ab	43,2 b
flumioxazin	50	25 a	7,1 b	44,5 b
simazina. + diuron	1.800 + 900	21 a	6,7 b	45,4 b
trifluralina + diuron	1.000 + 900	23 a	7,2 ab	45,9 b
simazina + flumioxazin	1.800 + 50	25 a	7,1 b	42,3 b
trifluralina+ flumioxazin	1.000 + 50	21 a	7,4 ab	46,3 b
simazina + trifluralina	1.800 + 1.000	24 a	7,4 ab	43,9 b

En cada columna, medias unidas con la misma letra indica que no difieren estadísticamente entre sí (Duncan $\leq 0,05$), dda indica días después de la aplicación de los herbicidas.

Cuadro 12. Notas visuales de fitotoxicidad en el cultivo y rendimiento en lupino Rumbo Baer. INIA-Carillanca, 2012-2013.

Herbicidas	Dosis (g/ha)	Fitotoxicidad visual ¹ (%)	Rendimiento (qqm/ha)
Testigo enmalezado	.....	0	40 ab
Testigo limpio	.....	0	46 a
simazina	2.700	8	40 ab
trifluralina	1.500	0	38 ab
metribuzina	750	27	35 ab
flumioxazin	50	3	31 b
simazina + diuron	1.800 + 900	16	38 ab
trifluralina + diuron	1.000 + 900	10	35 ab
simazina + flumioxazin	1.800 + 50	23	46 a
trifluralina + flumioxazin	1.000 + 50	21	40 ab
simazina + trifluralina	1.800 + 1.000	9	36 ab

¹Escala 0-100% en que 0% indica ausencia de fitotoxicidad y 100% indica destrucción completa de las plantas; dda indica días después de la aplicación. En la columna de rendimiento de grano de lupino, medias unidas con las mismas letras indica que no difieren estadísticamente entre sí (Duncan, $P \leq 0,05$).

5. CONCLUSIONES

Ningún tratamiento herbicida afectó el rendimiento de grano de lupino amarillo AluProt-CGNA, y lupino blanco Boroa-INIA, mientras que sólo flumioxazin (50 g/ha) provocó pérdidas del rendimiento de lupino blanco Rumbo Baer.

Los tratamientos herbicidas más eficaces para controlar ballica y cola de zorro en orden decreciente y transcurridos 96 días desde la aplicación fueron metribuzina (750 g/ha), simazina (2.700 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + trifluralina (1.000 g/ha) y simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha).

Los tratamientos herbicidas más eficaces para controlar rábano en orden decreciente y transcurridos 96 días desde la aplicación fueron metribuzina (750 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazina (2.700 g/ha), flumioxazin (50 g/ha) y trifluralina (1.000 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha).

Los tratamientos herbicidas más eficaces para controlar yuyo, mostacilla y manzanillón transcurridos 96 días desde la aplicación fueron metribuzina (750 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha), simazina (2.700 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + trifluralina (1.000 g/ha), flumioxazin (50 g/ha) y trifluralina (1.000 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha).

Los tratamientos que presentaron un mayor efecto residual o controlaron por un mayor periodo las malezas gramíneas y hoja ancha correspondieron a simazina (2.700 g/ha), metribuzina (750 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha) y simazina (1.800 g/ha) + trifluralina (1.000 g/ha).

6. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar distintos herbicidas pre-emergentes en el control de malezas gramíneas y hoja ancha en dos cultivares de lupino blanco (*Lupinus albus* cvs: Boroa INIA y Rumbo Baer) y uno de lupino amarillo (*L. luteus* cv. AluProt-CGNA), se realizó un estudio en el Centro Regional de Investigación INIA-Carillanca. En el ensayo se sembraron semillas de malezas gramíneas (*L. multiflorum* y *C. echinatus*) y de hoja ancha (*R. sativus*, *S. officinale*, *A. cotula* y *B. rapa*).

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 11 tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos herbicidas fueron: simazina (2.700 g/ha), trifluralina (1.500 g/ha), metribuzina (750 g/ha), flumioxazin (50 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), trifluralina (1.000 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha), trifluralina (1.000 g/ha)+ flumioxazin (50 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + trifluralina (1.000 g/ha), además de dos testigos sin herbicidas (testigo limpio y testigo enmalezado). Las variables estudiadas correspondieron a altura de plantas y población de plantación, grado de fitotoxicidad en el cultivo, estimación visual de control de las malezas, peso fresco de las malezas y rendimiento de grano.

De acuerdo a los resultados se concluye que ninguno de los tratamientos afectó el rendimiento en los cultivares AluProt-CGNA y Boroa INIA. En el cultivar Rumbo Baer sólo flumioxazin (50 g/ha) provocó pérdidas de rendimiento. Los tratamientos más eficaces para controlar ballica (*L. multiflorum*) y cola de zorro (*C. echinatus*) fueron metribuzina (750 g/ha), simazina (2.700 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + trifluralina (1.000 g/ha) y simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha). En rábano fueron (*R. sativus*) metribuzina (750 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazina (2.700 g/ha), flumioxazin (50 g/ha) y trifluralina (1.000 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha). Los tratamientos que presentaron un mayor efecto residual correspondieron a simazina (2.700

g/ha), metribuzina (750 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazina (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha) y simazina (1.800 g/ha) + trifluralina (1.000 g/ha).

7. SUMMARY

In order to evaluate the effect of different pre-emergent herbicides, on grasses and broadleaf weeds, in two cultivars of white lupin (*L. albus* cvs: Boroa INIA, Rumbo Baer) and one cultivar of yellow lupin (*L. luteus* cv. AluProt-CGNA), a study was carried out at Regional Research Center INIA Carillanca. Grass weeds (*L. multiflorum* and *C. echinatus*) and broadleaf weeds (*R. sativus*, *S. officinale*, *A. cotula* and *B. rapa*) were sown to ensure infestation.

A randomized complete block design was used with 11 treatments and four replicates. Herbicide treatments were: simazin (2.700 g/ha), trifluralin (1.500 g/ha), metribuzin (750 g/ha), flumioxazin (50 g/ha), simazine (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), trifluralin (1.000 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazine (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha), trifluralin (1.000 g/ha)+ flumioxazin (50 g/ha), simazine (1.800 g/ha) + trifluralin (1.000 g/ha), and two control treatments (weed free and weedy control). The variables studied were plant height and plant stand, level of crop toxicity, visual estimate of weed control, fresh weight of weeds and grain yield.

According to the results, it is concluded that none of the treatments affected yield in cultivars AluProt-CGNA and Boroa INIA. In cultivar Rumbo Baer, only flumioxazin (50 g/ha) caused yield losses. The most effective treatments for ryegrass (*L. multiflorum*) and hedgehog dogtailgrass (*C. echinatus*) control were metribuzine (750 g/ha), simazine (2.700 g/ha), simazine (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazine (1.800 g/ha) + trifluralin (1.000 g/ha) and simazine (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha). For radish were (*R. sativus*) metribuzine (750 g/ha), simazine (1.800 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha), simazine (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazine (2.700 g/ha), flumioxazin (50 g/ha) and trifluralin (1.000 g/ha) + flumioxazin (50 g/ha). The treatments that showed greater residual effect were simazine (2.700 g/ha), metribuzine (750 g/ha), simazine (1.800 g/ha) + diuron (900 g/ha), simazine (1.800 g/ha) + flumioxazin (50g/ha) and simazine(1.800 g/ha) + trifluralin (1.000 g/ha).

8. LITERATURA CITADA

- AFIPA.** 2006. Manual Fitosanitario. Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Productos Fitosanitarios Agrícolas A.G. Chile. 1160 p.
- Alister, C., Gómez, P. y Kogan, M.** 2010. Efecto de tratamientos herbicidas antiresistencia sobre *Lolium* resistente y el rendimiento del trigo (*Triticum aestivum*). XXVI Congreso Brasileiro de Ciencias de Plantas Dañinas. (SBPD) Riberao Preto, SP, Brasil.
- Anderson, W. P.** 1996. Weed Science: Principles. 3rd edition. West Publishing Co., St.Paul, MN. 338 p.
- Banfi, S.** 2013. Evolución y perspectivas del lupino en la temporada 2013/14. Oficina de Estudios Y Políticas Agrarias.
- Bedmar, F.** 2006. Comportamiento ambiental de los herbicidas en el suelo: conceptos y resultados regionales. Seminario de Actualización Técnica, Manejo de malezas. La Estanzuela, INIA. Uruguay. 82 p.
- Burril L. C., Cardenas L. y Locatelli E.** 1977. Manual de Campo para la Investigación en Control de Malezas. International Plant Protections Center, Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA.
- Carrasco, O.** 2003. Control de malezas en el cultivo de lupino en cero labranza en base a herbicidas suelo activos. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor. Santiago, Chile, 88 p.
- CGNA.** 2013. Lanzan AluProt-CGNA, una nueva variedad de lupino con mayor contenido proteico. Red Agrícola (Chile). N° 59, 86 p.
- CIREN.** 2002. Descripciones de suelos. Materiales y símbolos. Estudio Agrológico IX Región. Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), Santiago, Chile. N° 122. 360 p.
- Climate-Data.org.** Clima de Vilcun. Consultado el 3 de diciembre 2013 <<http://es.climate-data.org/location/148265/>>.
- Delgado, Y.** 2011. Control de malezas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro herbicidas pre-emergentes. Universidad Técnica del Norte. Uruguay, 85 p.
- Díaz, J. y Peñaloza, E.** 1995. Herbicidas para Lupino blanco (*Lupinus albus*) y Australiano (*Lupinus angustifolius*). Tierra Adentro (no. 5): 38-41.

- Dominguez, J.** 2010. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. México. 7 p.
- Espinoza, N., Rodríguez, C. y Contreras, G.** 2011. Selección y uso adecuado de herbicidas pre-emergentes en cultivos de las zonas centro sur y sur. Informativo INIA N° 46, Chile 4 p.
- Faiguenbaum, H.** 2003. Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile. Lupino. Universidad de Chile, 760 p.
- Faiguenbaum, H. y Mouat, P.** 2004. Biología de cultivos anuales, leguminosas de grano, Lupino. Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC). (On line). 3 de diciembre 2013. <http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/index3.htm>.
- Fundación para la Innovación Agraria.** 2007. Resultados y Lecciones en lupino dulce: Proyectos de Innovación en IX Región de la Araucanía. Ediciones La Fundación, Chile. Volumen 3. 31 p.
- García, J.** 2012. Alta demanda de lupino dulce, una alternativa para el sur de Chile. Red Agrícola (Chile). (50): 82-85.
- Garlinge, J.** 2005. Crop variety sowing guide for Western Australia. Lupins. Bulletin 4655 Western Australia. Department of Agriculture. 142-161: 208 p.
- Harries, M., Neuman, P. and Hasben, A.** 2008. Weed management. Pag 79-96. In: White,P, French, B., McLarty, A (Eds). Producing Lupins. Western Australian Government - Department of Agriculture & Food, 168 p.
- Ivany, J. y Mc Cully, K.** 1994. Evaluation of herbicides for sweet White lupin (*Lupinus albus*). Weed Technology. 8(4): 819-823.
- Jambrina, J.** 1983. El empleo de herbicidas en el altramuz (lupino). Hoja técnica INIA España, 15 p.
- Kurlovich, B.** 2002. Lupins: Geography, Classification, Genetic Resources and Breeding. St Petersburg, Russia: 480 p.
- López, L. y García, M.** 1991. El altramuz. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica. Córdoba, 110 p.
- Madariaga, R., Tay, J. y Pedreros, A.** 2008. Cultivos industriales: Canola y lupino. Páginas.153-170. En: Ruiz y Jeldres (Ed.). Emergencias climáticas en la agricultura. Recomendaciones para la Región del Bío-Bío. Boletín INIA N°184. 246 p.

- Mera, M. y Galdames, R.** 2007. Boroa-INIA, Primera variedad de lupino (*Lupinus albus*) amargo exportable btenida en Chile. Agricultura Técnica (Chile) 67(3): 320-324.
- Mera M., Espinoza N., Galdames R., Aguilera A. y Montenegro A.** 2004 Lo esencial para producir mil kilos de proteína por hectárea con un cultivo de lupino. Tierra Adentro 58: 44-47.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.** 2012. Guide to Weed Control, 2012–2013. Ontario, Canada. 400 p.
- Percy, M., Dracup, M., Nelson, P. and Jarvis, R.** 1998. Agronomy and farming systems. Pag. 291-335. In: Gladstones, J; Atkins, C y Hamblin, J. (Eds). Lupins as crop plants: biology, production, and utilization. CAB International. University of Western Australia, 455 p.
- Peterson, D., Thompson, C., Regehr, D. and Al-Khatib, K.** 2001. Herbicide mode of action. Kansas State University. 24 p.
- Primolini, C., Vitta, J. y Escolá, F.** 2000. Comportamiento agronómico de lupino (*Lupinus albus* L.) en el sur de la provincia de Santa Fe. Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. 20 (2) p. 213-218.
- Riffo, M.** 2006. Caracterización y tipificación del sector proveedor de lupino blanco (*Lupinus albus* L.) de la empresa “Productos Nutritivos AVELUP Ltda.” Chile IX Región, estudio de caso. Tesis ingeniero agrónomo. Universidad Austral de Chile, Valdivia. 112 p.
- Ríos, A.** 2006. Manejo de malezas en cultivos de invierno. . Seminario de Actualización Técnica, Manejo de malezas. La Estanzuela, INIA Uruguay. 82 p.
- Roberts, T.** 1998. Metabolic Pathways of Agrochemicals: Herbicides and Plant Growth Regulators. Royal Society of Chemistry, 849 p.
- Rosales, E. y Sanchez, R.** 2006. Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, 35 p.
- Ross, M. y Lembi, C.** 1985. Applied Weed Science: Including the Ecology and Management of Invasive Plants. USA, 340 p.
- Rouanet, J., Romero, O. y Demanet, R.** 1988. Áreas agroecológicas en la IX Región: Descripción. Investigación y progreso agropecuario. Carillanca (Chile) 7 (1): 19-23.
- Servicio Agrícola y Ganadero.** 2013. Lista de plaguicidas con autorización vigente en Chile. (ON line). Revisado el 9 de enero 2014 en <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:wzyyQN7eRxIJ:www.sag.cl/ambitos-de-accion/evaluacion-y-autorizacion-de-clnk&gl=cl>.

- Semillas Baer.** 2009. Rumbo Baer. (On line). Revisado el 3 de diciembre 2013 en http://www.semillasbaer.cl/fichas/rumbo_baer.htm >.
- Silva, P. y Acevedo, E.** 2005. Cultivo del lupino en la precordillera de la VIII Región. Universidad de Chile, Boletín divulgativo N°1, 5 p.
- Tasistro, A. S.** 2000. Métodos para evaluar efectividad en el control de malezas. Revista Mexicana de la Ciencia de la Maleza. No. Especial, p 25-35.
- Universidad Austral de Chile.** Guía de herbicidas. Lupino. Instituto de producción y sanidad vegetal, malezas y herbicidas. 3 de diciembre 2013. http://www.uach.cl/externos/Guia_Herbicidas/GUIA_HERBICIDAS.htm>.
- University of Hertfordshire.** 2007. PPDB: Pesticide Properties Data Base. Revisado el 3 de diciembre 2013. <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/es/index.htm>>.
- von Baer, E.** 2002. Lupino. En: Sociedad Química y Minera de Chile (SOQUIMICH), Agenda del salitre. 11ed. pp: 649-656.
- Yates, F.** 1993. Selectividad de herbicidas post emergentes en diferentes cultivares de lupino. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile. Valdivia, 52 p.

ANEXOS

Anexo 1a. Tabla de análisis de varianza para primera medición de altura de plantas de lupino amarillo evaluado 76 días después de la aplicación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura	Inter-grupos	3,365	10	,337	,411	,931
	Intra-grupos	27,015	33	,819		
	Total	30,380	43			

Anexo 1b. Tabla de análisis de varianza para segunda medición de altura de plantas de lupino amarillo evaluado 108 días después de la aplicación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura	Inter-grupos	743,952	10	74,395	4,591	,000
	Intra-grupos	534,790	33	16,206		
	Total	1278,742	43			

Anexo 2a. Tabla de análisis de varianza para primera medición de altura de plantas de lupino Boroa INIA evaluado 76 días después de aplicación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura	Inter-grupos	15,185	10	1,519	1,406	,221
	Intra-grupos	35,638	33	1,080		
	Total	50,823	43			

Anexo 2b. Tabla de análisis de varianza para segunda medición de altura de plantas de lupino Boroa INIA evaluado 108 días después de la aplicación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura	Inter-grupos	412,060	10	41,206	2,130	,050
	Intra-grupos	638,525	33	19,349		
	Total	1050,585	43			

Anexo 3a. Tabla de análisis de varianza para primera medición de altura de plantas de lupino Rumbo Baer evaluados 76 días después de la aplicación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura	Inter-grupos	4,261	10	,426	1,383	,231
	Intra-grupos	10,167	33	,308		
	Total	14,428	43			

Anexo 3b. Tabla de análisis de varianza para segunda medición de altura de plantas de lupino Rumbo Baer evaluado 108 días después de la aplicación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura	Inter-grupos	309,904	10	30,990	2,014	,064
	Intra-grupos	507,848	33	15,389		
	Total	817,752	43			

Anexo 4. Tabla de análisis de varianza para población de plantación de lupino amarillo evaluado 76 días después de la aplicación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Densidad	Inter-grupos	121,636	10	12,164	,494	,881
	Intra-grupos	812,000	33	24,606		
	Total	933,636	43			

Anexo 5. Tabla de análisis de varianza para población de plantación de lupino Boroa INIA evaluado 76 días después de la aplicación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Densidad	Inter-grupos	60,182	10	6,018	,655	,756
	Intra-grupos	303,000	33	9,182		
	Total	363,182	43			

Anexo 6. Tabla de análisis de varianza para población de plantación de lupino Rumbo Baer evaluado 76 días después de la aplicación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Densidad	Inter-grupos	154,727	10	15,473	1,561	,162
	Intra-grupos	327,000	33	9,909		
	Total	481,727	43			

Anexo 7. Tabla de análisis de varianza para peso fresco de ballica evaluado a los 133 días después de la aplicación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso verde	Inter-grupos	27330152,865	9	3036683,652	37,659	,000
	Intra-grupos	2419103,273	30	80636,776		
	Total	29749256,138	39			

Anexo 8. Tabla de análisis de varianza para peso fresco de cola de zorro evaluado 133 días después de la aplicación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso verde	Inter-grupos	22905161,544	9	2545017,949	59,817	,000
	Intra-grupos	1276398,720	30	42546,624		
	Total	24181560,264	39			

Anexo 9. Tabla de análisis de varianza para peso fresco de rábano evaluado 133 días después de la aplicación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso verde	Inter-grupos	2,220E8	9	24665968,165	4,328	,001
	Intra-grupos	1,710E8	30	5699786,148		
	Total	3,930E8	39			

Anexo 10. Tabla de análisis de varianza para peso fresco de yuyo evaluado 133 días después de la aplicación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso verde	Inter-grupos	8805753,951	9	978417,106	13,174	,000
	Intra-grupos	2228102,873	30	74270,096		
	Total	11033856,824	39			

Anexo 11. Tabla de análisis de varianza para peso fresco de mostacilla evaluado 133 días después de la aplicación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso verde	Inter-grupos	12617909,600	9	1401989,956	14,466	,000
	Intra-grupos	2907512,000	30	96917,067		
	Total	15525421,600	39			

Anexo 12. Tabla de análisis de varianza para peso fresco de manzanillón evaluado 133 días después de la aplicación.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso verde	Inter-grupos	829750,525	9	92194,503	3,355	,006
	Intra-grupos	824500,250	30	27483,342		
	Total	1654250,775	39			

Anexo 13. Tabla de análisis de varianza para rendimiento de grano de lupino amarillo.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Rendimiento	Inter-grupos	23132,907	10	2313,291	1,407	,220
	Intra-grupos	54247,280	33	1643,857		
	Total	77380,187	43			

Anexo 14. Tabla de análisis de varianza para rendimiento de grano de lupino Boroa INIA.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Rendimiento	Inter-grupos	42050,082	10	4205,008	,624	,783
	Intra-grupos	222432,950	33	6740,392		
	Total	264483,032	43			

Anexo 15. Tabla de análisis de varianza para rendimiento de grano de lupino Rumbo Baer.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Rendimiento	Inter-grupos	84936,485	10	8493,649	1,367	,238
	Intra-grupos	205113,170	33	6215,551		
	Total	290049,655	43			