

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMIA

EVALUACION DE LA MEZCLA DE HERBICIDAS
GLIFOSATO, ATRAZINA Y ACETOCOLORO SOBRE EL
CONTROL DE MALEZAS EN UN CULTIVO DE MAIZ
FORRAJERO (*Zea mays* L.) ESTABLECIDO CON CERO
LABRANZA

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

Alejandro José Reyes Coronata
VALDIVIA – CHILE
2006

PROFESOR PATROCINANTE:

Ricardo Fuentes P.
Ing. Agr., M. Sc.

PROFESORES INFORMANTES:

Oscar Balocchi L.
Ing. Agr. M. Sc., Ph. D.

Roberto Carrillo LI.
Ing. Agr. D.

A MI FAMILIA...

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Ricardo Fuentes por su gran labor como docente y guía en la realización de este trabajo.

A los profesores Ricardo Riegel, Oscar Balocchi y en especial a don Roberto Carrillo por su apoyo en la revisión.

A la Cooperativa Agrícola Lechera Bio Bio, Bioleche, y al Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, por el apoyo material en productos e implementos para la realización de los ensayos y el espacio físico par el establecimiento de este.

A todos mis amigos con los que compartí buenos años en Valdivia, Checho, Mari, Camila, Nico, Donald, Peter, Chato, Paty, Chico, Muñoz, Samuel, Pablo, Guatón y en especial a Maike, mi hermana Dani y a Cote.

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Cultivo del maíz (<i>Zea mays</i> L.) en cero labranza	3
2.2	Control de malezas en maíz cero labranza	4
2.3	Herbicidas utilizados	5
2.4	Control de malezas presiembra	6
2.5	Características y modo de acción de los herbicidas	8
2.5.1	Glifosato	8
2.5.2	Atrazina	10
2.5.3	Acetocloro	13
2.6	Mezclas de herbicidas utilizadas en maíz	15
3	MATERIAL Y MÉTODO	16
3.1	Ubicación del ensayo	16
3.2	Características edafoclimáticas del lugar	16
3.3	Material experimental	17
3.4	Diseño experimental	19
3.5	Característica de la unidad experimental	19
3.6	Aplicación de los herbicidas	20
3.7	Evaluaciones	20
3.7.1	Porcentaje de emergencia	20
3.7.2	Fitotoxicidad de las plantas de cultivo	20
3.7.3	Biomasa de malezas	21
3.7.4	Altura y número de plantas a cosecha	21
3.7.5	Rendimiento de los componentes del forraje a cosecha	22
3.8	Análisis estadístico	22

Capítulo		Página
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSION DE RESULTADOS	24
4.1	Efecto de los herbicidas sobre las malezas presentes	24
4.1.1	Efecto de los herbicidas sobre el total de las malezas presentes	24
4.1.2	Efecto de los herbicidas sobre las malezas dicotiledóneas presentes	25
4.1.3	Efecto de los herbicidas sobre las malezas monocotiledóneas presentes	29
4.2	Efecto sobre el cultivo	32
4.2.1	Efecto de los herbicidas sobre la fitotoxicidad del cultivo a los 7, 15, 30 y 45 días después de la emergencia (DDE)	32
4.2.2	Efecto de los herbicidas sobre la densidad inicial, altura y densidad final de plantas	34
4.2.3	Efecto de los herbicidas sobre el rendimiento de los componentes del forraje	36
4.2.3.1	Biomasa de mazorca, tallos y hojas	36
4.2.3.2	Relación mazorca – parte aérea	38
4.2.3.3	Rendimiento de materia seca total	40
5	CONCLUSIONES	42
6	RESUMEN	43
	SUMMARY	44
7	BIBLIOGRAFIA	45
	ANEXOS	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Análisis químico de suelo donde se realizó el ensayo	18
2	Detalle de los tratamientos realizados en el experimento	19
3	Escala de fitotoxicidad propuesta por el Consejo Europeo de Investigación en Malezas (E.W.R.C)	21
4	Estructura de anidado utilizado en el análisis de varianza	23
5	Biomasa total de malezas cosechada a los 45 días después de emergencia del maíz, (g MS/m ²)	25
6	Biomasa total de malezas dicotiledones presentes a los 45 días después de emergencia del maíz, (g MS/m ²)	26
7	Biomasa de malezas dicotiledóneas presentes a los 45 días después de emergencia del maíz, (g MS/m ²)	27
8	Biomasa total de malezas monocotiledóneas presentes a los 45 días después de emergencia del maíz, (g MS/m ²)	29
9	Biomasa de malezas monocotiledóneas presentes a los 45 días después de emergencia del maíz, (g MS/m ²)	31
10	Fitotoxicidad del cultivo a los 7, 15, 30 y 45 días después de la emergencia (DDE)	33
11	Densidad inicial, final (Plantas/m ²) y altura (m) de plantas	35
12	Rendimiento de mazorca, tallos y hojas (Ton MS/ha)	37

Cuadro		Página
13	Relación mazorca en total parte aérea	39
14	Rendimiento total (ton MS/ha) en maíz	40

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Número de plantas por hectárea 7 días post emergencia, por bloque y promedio de los 16 tratamientos	53
2	Fitotoxicidad del cultivo a los 7 días después de la emergencia (DDE	53
3	Fitotoxicidad del cultivo a los 15 días después de la emergencia (DDE	54
4	Fitotoxicidad del cultivo a los 30 días después de la emergencia (DDE	54
5	Fitotoxicidad del cultivo a los 45 días después de la emergencia (DDE	55
6	Materia seca del total de malezas cosechadas por tratamiento y promedio. (g/m ²)	55
7	Materia seca de malezas dicotiledóneas cosechadas por tratamiento y promedio. (g/m ²)	56
8	Materia seca de malezas monocotiledóneas cosechadas por tratamiento y promedio. (g/m ²)	56
9	Número de plantas por hectárea, por bloque y promedio de los 16 tratamientos	57
10	Rendimiento de materia seca de maíz total, por bloque y promedio de 16 tratamientos. (kg/ha)	57
11	Rendimiento en materia seca de hojas de maíz, por bloque y promedio de 16 tratamientos. (kg/ha)	58
12	Rendimiento en materia seca de tallos, por bloque y promedio de 16 tratamientos. (kg/ha)	58
13	Rendimiento en materia seca de mazorca, por bloque y promedio de 16 tratamientos. (kg/ha)	59

14	Porcentaje de materia seca de planta total, por bloque y promedio de 16 tratamientos	59
----	--	----

1 INTRODUCCION

En la provincia del Bío Bío por las condiciones edafoclimáticas del sector y las grandes cantidades de forraje utilizado en alimentación animal para la producción de leche, el maíz forrajero *Zea mays* L., es una excelente alternativa de cultivo por su alta producción de materia seca por unidad de superficie y la facilidad para ser conservado como ensilaje para alimentación invernal.

Este cultivo requiere de alta tecnología para poder manifestar su gran potencial. Es aquí donde el control de malezas juega un rol fundamental, debido a la competencia por nutrientes, agua, luz y espacio físico que estas ejercen.

El maíz establecido con cero labranza comparado con siembra tradicional presenta resultados similares cuando se logra un control adecuado de malezas en las primeras etapas del cultivo.

La cero labranza permite realizar siembras más tempranas y en periodos de tiempo más corto, posterior a la cosecha del cultivo anterior, debido a que no se requieren preparaciones de suelo previas a la siembra. Esto permite en predios lecheros de la VIII región el uso frecuente de una rotación con cultivos forrajeros invernales como ballica y avena, las cuales pueden ser cosechadas pocos días previo al establecimiento del maíz.

En la rotación ballica - maíz se presenta el problema de rebrote de la forrajera posterior a su corte, siendo necesario esperar diez a quince días

aproximadamente para que el rebrote presente el área foliar suficiente para poder aplicar algún herbicida que la controle.

Aunque año tras año se incrementa el uso de la siembra directa en maíz, no existen muchas experiencias ni conocimiento por parte de los agricultores en el manejo de esta tecnología ni en el control de malezas, el cual es muy diferente al tradicional debido a que cambian los productos químicos utilizados, concentraciones y métodos de aplicación. Los herbicidas disponibles permiten contar con distintas alternativas para solucionar el problema de las malezas, pero sin lugar a dudas, falta investigación y evaluaciones al respecto.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la acción de la mezcla de los herbicidas glifosato, atrazina y acetocloro en el control de malezas en un cultivo de maíz *Zea mays* L., establecido en cero labranza, aplicados en distintas dosis y mezclas en presiembra sobre un rastrojo de ballica Italiana *Lolium multiflorum* L. diez días posterior a su corte para soiling.

Los objetivos específicos de este trabajo fueron:

- Determinar la dosis de glifosato mas adecuada para el control de la ballica previo al establecimiento de maíz en cero labranza.
- Determinar la dosis de atrazina más acetocloro que logre un adecuado control de malezas en el cultivo de maíz.
- Evaluar la selectividad del maíz al uso de las mezclas de los herbicidas glifosato, atrazina y acetocloro.

2 REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en cero labranza.

El maíz es uno de los cultivos que mejor se adapta a la cero labranza y junto con la soya es el que más se siembra bajo esta modalidad (CROVETTO, 1992).

Eliminar las labores agrícolas de preparación de suelo en el cultivo solo fue posible con la llegada al mercado de herbicidas no selectivos o de acción total (LLANOS, 1984). El uso masivo de la cero labranza en el mundo ha estado asociado a la disponibilidad de herbicidas post emergentes no selectivos como el glifosato y otros que permiten la eliminación de malezas previo a la siembra (ACEVEDO y SILVA, 2003).

La cero labranza ha surgido como una técnica capaz de solucionar el problema de degradación y pérdida de suelo y está siendo aceptada por un creciente número de productores; en ella se reemplaza la secuencia tradicional de operaciones de labranza por un control químico de malezas utilizando herbicidas de amplio espectro (HETZ y MELO, 1997).

El cultivo de maíz bajo cero labranza presenta importantes ventajas como la reducción considerable de los costos de producción y el tiempo de ejecución de las labores del cultivo, lo cual permite efectuar la siembra más oportunamente debido a menores limitaciones en relación a factores climáticos; mejora la estructura del suelo y la penetración del agua de riego en él (RUIZ, 1982).

Para obtener buenos resultados productivos es necesario lograr un buen número de plantas por hectárea (superior a 100.000 plantas/ha) logrando una mejor competencia con las malezas (RUIZ, 1988).

2.2 Control de malezas en maíz cero labranza.

Normalmente el cultivo del suelo por medios mecánicos tiende a disminuir la presencia de malezas ya establecidas, sin embargo, genera las condiciones físicas ideales para que las semillas ubicadas superficialmente germinen. En otras palabras, mientras mas se remueva o laboree el suelo mayor será la infestación de malezas, ya que se está estimulando su germinación al tapar con suelo las semillas que están en la superficie, o se llevan a la superficie semillas que se encuentran enterradas en estado de latencia (ORMEÑO, 1993).

Uno de los factores que más influencia tiene sobre la baja en los rendimientos es la competencia que ejercen las malezas sobre el cultivo (RUIZ, 1982).

En cultivos de cero labranza las malezas presentes tienden a cambiar, por ejemplo, se observa un incremento de gramíneas como ballica anual (*Lolium multiflorum* L.) y otras monocotiledóneas debido a que las semillas de estas malezas tienen una extraordinaria capacidad de germinar sobre rastrojos, sin ser afectadas por efectos alelopáticos (FISK et al. 2001), por esta razón, recomiendan también rotaciones de maíz cero labranza con leguminosas forrajeras, logrando un mejor control de malezas gramíneas anuales.

Las malezas compiten con las plantas cultivadas por agua, nutrientes y luz. Además, con mucha frecuencia son un foco de plagas y enfermedades y constituyen el vehículo portador de gérmenes patógenos entre los cultivos consecutivos (LLANOS, 1984).

En general los herbicidas que se emplean en cero labranza son los mismos que se utilizan en labranza tradicional, siendo igualmente eficientes, a excepción de los herbicidas suelo activos que se aplican al suelo y requieren ser incorporados, en estos casos muchos de estos herbicidas quedan sobre el rastrojo y es necesaria una lluvia o un riego profundo después de la aplicación para ser incorporados al suelo (ACEVEDO y SILVA, 2003).

El maíz resulta muy sensible en sus primeros estados vegetativos a las malezas. Las características fisiológicas y morfológicas de la planta propician esta especial susceptibilidad. Sus hojas, relativamente estrechas, no sombrean suficientemente el suelo por lo menos hasta los dos meses desde la siembra. Además el crecimiento de la planta es muy lento hasta que llega a tener seis a ocho hojas (LLANOS, 1984). Según GOSHEH y CHANDLER (1996) el periodo crítico libre de malezas en maíz es de 45 días post emergencia.

2.3 Herbicidas utilizados.

En la actualidad se dispone de una variedad de herramientas tecnológicas que le permiten hacer frente al control de malezas con eficiencia a través de los herbicidas y prácticas culturales. La observación sumada a la experiencia son fundamentales para lograr un mejor conocimiento de las malezas y los herbicidas específicos que las controlan, los cuales generalmente hacen un buen trabajo si son aplicados oportunamente y bajo condiciones ambientales adecuadas. Lo más importante antes de dar recetas rígidas es analizar la situación particular de cada siembra (CROVETTO, 1992).

En las últimas décadas se han puesto a disposición de los agricultores productos más eficaces y seguros para el control de las malezas. Entre ellos son selectivos al maíz y aplicables a su cultivo unos 16 herbicidas de los cuales algunos presentan mejores resultados al ser aplicados en conjunto con otro (LLANOS, 1984).

2.4 Control de malezas presiembra.

En la labranza tradicional el control de malezas presiembra se hace por medio de preparación de suelo enterrando plantas y semillas. En la medida que el paso del arado sea repetido, el control de malezas irá mejorando, pero solo en estructuras vegetativas presentes y no en semillas que pueden encontrar un medio adecuado para su germinación. Sin embargo, se debe considerar que esto llevará a la desintegración de la estructura del suelo, dejándolo sensible a la erosión y compactación (CROVETTO, 1992).

En cero labranza los procesos mencionados anteriormente no existen, por lo tanto no hay movimiento de suelo. Es por ello que el control de malezas también debe hacerse con anticipación a la siembra, usando cortadores y/o herbicidas, preocupándose fundamentalmente de evitar que las malezas lleguen a formar semillas (CROVETTO, 1992).

Para un adecuado uso de herbicidas en presiembra es necesario conocer la textura del suelo y su contenido de materia orgánica, lo cual permitirá determinar la dosis correcta del producto a utilizar (RUIZ, 1982).

En los años setenta, la utilización de herbicidas suelo-activos como la atrazina para el control de malezas anuales en maíz era una práctica común (KOGAN y PEREZ, 2003).

El control de malezas presiembra debe hacerse en complementación con un adecuado manejo del campo a sembrar. Así como el uso de herbicidas sistémicos como el glifosato puede realizar un buen control si las malezas tienen un crecimiento no superior a los 30 cm y se encuentran en un desarrollo uniforme. El suelo debe tener la suficiente temperatura y humedad para permitir un desarrollo vigoroso, previo a la aplicación del herbicida y su traslocación CROVETTO, (1992). Por otro lado, DALLEY *et al.* (2004), señalan que la altura

mínima de las malezas para lograr un buen control con aplicaciones de glifosato es 10 cm.

En cero labranza es de suma importancia lograr un buen control de malezas presiembra, ya que si este es inadecuado, especialmente en especies bianuales y perennes, va a ser muy difícil su control con herbicidas de postemergencia (CROVETTO, 1992). BROOME *et al.* (2000), recomiendan el uso de glifosato como barbecho químico para controlar las malezas bianuales y perennes, especialmente las monocotiledóneas, debido a que el control postemergente de estas es difícil en cultivos como el maíz.

El principal producto residual recomendado en presiembra de este cultivo es atrazina, el cual debe ser aplicado con un equipo bien calibrado para evitar sobredosis que puedan dañar al cultivo que siga al maíz en la rotación (RUIZ, 1982). Según TAYLOR y WAX (2001), para el buen funcionamiento de los herbicidas suelo activos como atrazina y acetocloro es de suma importancia que exista buena humedad en el suelo para que los herbicidas puedan ser absorbidos por las malezas.

En algunos casos el control preemergencia de malezas con herbicidas aplicados sobre el rastrojo no es eficiente, ya que muchos pueden ocasionar daño a la semilla en germinación. En estos casos se deben tomar precauciones con la profundidad de siembra. La aplicación de estos herbicidas debe ser hecha en dosis experimentadas previamente, dependiendo del tipo de suelo, humedad y contenido de materia orgánica, además realizarse inmediatamente después de la siembra ya que en algunos casos puede dañar plantas emergidas (CROVETTO, 1992).

En cuanto al tipo de suelo sobre el que se aplican es preciso tener en cuenta que, según sea la textura y el contenido de materia orgánica, los

compuestos activos de los herbicidas quedan más o menos retenidos en el suelo. En suelos arcillosos o que tengan un elevado contenido de materia orgánica, los herbicidas son fuertemente adsorbidos, lo que disminuye su actividad sobre las malezas. En estos suelos, para resultar efectivos, las dosis deberían ser mas altas que en los suelos francos, ligeros o poco provistos de materia orgánica (LLANOS, 1984).

La persistencia en el suelo y su acción residual sobre el cultivo siguiente es también mayor en suelos arcillosos y fértiles, donde el herbicida es mas difícilmente arrastrado y lavado por las aguas de lluvia o de riego (LLANOS, 1984).

En siembras directas es muy importante el uso de mayor cantidad de agua en las aplicaciones de herbicidas residuales para favorecer la penetración de estos en el suelo evitando que queden sobre el rastrojo del cultivo anterior donde tendrían un bajo o nulo efecto sobre las malezas. Las dosis recomendadas son sobre los 300 L/ha (AHRENS, 1994).

Los herbicidas más utilizados en Estados Unidos en el control de malezas en maíz son: atrazina, alachlor, metalaclor, 2,4-D, cyanazina y dicamba (ANDERSON, 1996)

2.5 Características y modo de acción de los herbicidas.

En la actualidad se busca productos que tengan un buen resultado en el control de malezas pero que no presenten efectos residuales sobre los cultivos que seguirán en la rotación, en especial los cereales de invierno (LLANOS, 1984).

2.5.1 Glifosato. A principios de los años setenta, aparece en el mercado el glifosato, herbicida sistémico que posee un amplio espectro de control.

Actualmente es el más popular y el más vendido en el mundo y se ha establecido como el líder de los herbicidas de postemergencia, sistémicos y no selectivos para el control de malezas anuales, bianuales y perennes (KOGAN y PEREZ, 2003).

Pertenece al grupo de las aminas ácidas, es un herbicida sistémico de postemergencia, no selectivo y su nombre químico es Sal isopropilamina de N-fosfometil glicina (AFIPA, 2002).

Este herbicida se caracteriza por presentar muy baja o casi nula actividad en el suelo, que para fines prácticos se considera que no la tiene. Además, presenta gran movilidad dentro de la planta, principalmente por vía floema y baja toxicidad a mamíferos (KOGAN y PEREZ, 2003).

Glifosato presenta una solubilidad en agua a 25° C de 15.700 mg/L en pH 7.0 (WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 1994).

Glifosato es aplicado en postemergencia para el control de malezas perennes y anuales en muchas situaciones y sistemas de agricultura (ANDERSON, 1996). En la planta actúa inhibiendo la acción de la enzima ácido-5-enolpiruvilshikimico-3-fosfato sintetasa que actúa en la secuencia biosintética del shikimato, vía que provee un precursor en la síntesis de los aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina y triptofano (WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 1994; KOGAN y PEREZ, 2003). Lo cual altera la producción de proteínas e impide la formación de compuestos secundarios como la lignina, vitaminas, alcaloides y flavonoides (KOGAN y PEREZ, 2003).

Según DALLEY *et al.*, (2004), los mejores resultados de control con glifosato se logran con aplicaciones sobre malezas en desarrollo y con 10 a 15 cm de altura.

Debido a su fuerte adsorción por los coloides del suelo es solamente absorbido por las hojas. Por esta razón es ampliamente utilizado en cero labranza y también en aplicaciones dirigidas en cultivos perennes como frutales y vides. En el suelo el glifosato presenta reacciones semejantes al fosfato inorgánico, formando complejos estables con hidróxidos libres de Fe y Al en el suelo. La tasa de adsorción está influenciada por el contenido de fosfatos y pH del suelo (FUENTES, 1992).

La degradación por micro organismos es la principal causa de descomposición de glifosato en el suelo. Normalmente presenta una vida media en el suelo menor a 60 días (FUENTES, 1992).

Las plantas afectadas por la acción de glifosato presentan clorosis y luego se tornan de color café, en especial los tejidos jóvenes. La planta afectada por el herbicida tarda entre dos y tres semanas o más después de la aplicación para morir. Esta acción lenta del herbicida se debe al gran tamaño del pool de aminoácidos aromáticos que existe en las plantas (KOGAN y PEREZ, 2003).

2.5.2 Atrazina. Pertenece al grupo de las triazinas, el cual actúa principalmente a nivel del suelo y que además presentan alguna acción a nivel del follaje de las malezas en aplicaciones postemergentes. A estos herbicidas se les llama herbicidas suelo activos con actividad al follaje (KOGAN, 1992). LLANOS (1984) recomienda el uso de atrazina en pre y postemergencia pero no en suelos muy sueltos o arenosos donde las pérdidas de producto serian muy elevadas.

El nombre químico de la atrazina es 2-cloro-4-etilamino-6-isopropilamino-s-triazina (AFIPA, 2002).

Las triazinas al igual que las ureas sustituidas y los uracilos conforman un grupo químico considerado como inhibidores fotosintéticos, específicamente inhibiendo la reacción de Hill y con mayor exactitud interfieren en el fotosistema II. El lugar exacto de acción se desconoce, pero dentro de las granas es donde ocurre la producción de ATP, NADPH, H, la cual no es llevada a cabo (FUENTES, 1992).

Según FUENTES (1992), las tres principales razones por las cuales actúan los inhibidores de la fotosíntesis, son:

- Inhibición de la síntesis de ATP y de NADPH + H, responsable de la reducción de CO₂, provocando un agotamiento de las reservas de la planta.
- Fotooxidación de las moléculas de clorofila por el bloqueo del flujo de electrones y de agua imposibilitándolas para desactivar los electrones excitados por la luz.
- Formación de radicales de sustancias tóxicas que causan la destrucción de cloroplastos.

Las triazinas son principalmente absorbidas por la raíz y en menor grado por las hojas. Según la solubilidad de cada herbicida dependerá su capacidad de absorción foliar. Su traslocación es exclusiva por vía xilema, es decir, en forma ascendente por la planta (FUENTES, 1992)

Las triazinas son consideradas en el suelo como compuestos catiónicos básicos. Estos productos en pH bajos se protonizan siendo adsorbidos por las fuerzas iónicas de intercambio de cationes en el suelo (FUENTES, 1992).

La atrazina es un compuesto heterocíclico simétrico con tres átomos de nitrógeno y tres cadenas diferentes unidas a ellas por medio de carbonos

intermedios (URBANO, 1992). Presenta una solubilidad en agua de 33 mg/L a los 22°C y pH 7 (WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 1994).

Este herbicida es muy usado en el control de malezas anuales de hoja ancha en maíz y sorgo. Se puede usar en forma de pre y postemergencia. Aplicaciones de dosis normales se disipan entre 3 y 6 meses, en cambio, dosis sobre los 8 kg ia/ha pueden perdurar por más de un año, con el consiguiente daño para el próximo cultivo (FUENTES, 1992). RUIZ (1982), recomienda el uso de atrazina en dosis de 2 kg de ia/ha en maíz por ser muy eficiente en el control de malezas de hojas ancha.

En la zona central del país ORMEÑO (1993), obtuvo en un ensayo con atrazina aplicada en forma preemergente sobre maíz un buen control de *Chenopodium album* L. (quinguilla), *Amaranthus deflexus* L. (bledo), *Solanum* ssp. (tomatillo), *Portulaca oleracea* L. (verdolaga), *Datura ferox* L. (chamico) y *Sisymbrium officinale* L. (mostacilla). También observó una regular susceptibilidad de *Anoda hastata* Cav. (malvilla), *Echinochloa crusgalli* L. (hualcacho), *Setaria verticillata* L. (pega-pega). Las malezas que no fueron controladas en el ensayo fueron *Convolvulus arvensis* L. (correhuela), *Ipomoea purpurea* L. (suspiro), *Digitaria sanguinalis* L. (pata de gallina), *Cynodon dactylon* L. (pasto bermuda), *Sorghum halepense* L. (maicillo) y *Cyperus esculentus* L. (chufa). En un ensayo realizado en Osorno por VON MALAPERT (1997), se obtuvo un buen control de las malezas *Polygonum persicaria* L. (duraznillo), *Plantago lanceolata* L. (siete venas), *Bilderdykia convolvulus* L. (porotillo), *Tarxacum officinale* Weber (diente de león) y *Agrostis capillaris* L. (chépica).

KOGAN (1992), recomienda aplicaciones de atrazina en presiembra incorporado o postemergencia temprana para el control de *Chenopodium album* L., *Amaranthus deflexus* L., *Datura ferox* L., *Solanum* ssp., *Portulaca oleracea* L. y *Polygonum aviculare* L. (sanguinaria).

La atrazina penetra fundamentalmente a los vegetales por las raíces, teniendo alguna acción foliar o de contacto, no obstante se puede considerar como herbicida residual (URBANO, 1992). Los síntomas de daño producidos por atrazina no aparecen hasta que el proceso de fotosíntesis se inicia en las plántulas emergidas, es decir después de la emergencia de las primeras hojas o cotiledones. Los primeros síntomas corresponden a clorosis de los márgenes y ápices foliares. Posteriormente, los tejidos se necrosan y mueren (KOGAN y PEREZ, 2003).

Para maíz bajo cultivo tradicional se recomiendan aplicaciones en dosis que fluctúan entre 1.0 y 2.1 kg ia/ha y solo para suelos que presenten mas de un 1.5% de materia orgánica (AFIPA, 2002).

La atrazina aplicada en preemergencia en suelos de bajo pH se inactiva y por lo tanto no controla bien las malezas que germinan posterior a la aplicación (KOGAN y PEREZ, 2003).

La atrazina puede permanecer un tiempo prolongado en el suelo dependiendo de las características del mismo y de las condiciones climatológicas de la zona, por lo tanto, el cultivo que le sigue en la rotación puede presentar problemas fitotóxicos y disminuir su rendimiento cuando los residuos son elevados (DE CAL, 1993). Según LLANOS (1984) pueden presentar fitotoxicidad los cultivos siguientes: cereales de invierno, espárragos, papas, remolacha azucarera y tomate dependiendo de la dosis utilizada en maíz y del tiempo transcurrido.

2.5.3 Acetocloro. El nombre químico de acetochlor es 2-cloro-N-(ethoxymwthyl)-N-(2-ethyl-6-methylphenyl) acetamide (WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 1994).

Pertenece al grupo de las amidas ácidas (ANDERSON, 1996) y presenta una solubilidad en agua de 223 mg/L a 25°C (WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 1994).

Pertenece al grupo de las cloroacetamidas inhibidoras de la biosíntesis de lípidos, específicamente inhibe las enzimas desaturadas. Este grupo no presenta actividad en la postemergencia de las malezas. En malezas dicotiledóneas, estos herbicidas son absorbidos principalmente por las raíces, mientras que en las gramíneas son absorbidos por el nudo coleoptilar y por el punto de crecimiento (KOGAN y PEREZ, 2003). Según RATIKANTA (1998) siembras profundas y bajas temperaturas reducen la susceptibilidad del coleoptilo al acetocloro. Las cloroacetamidas presentan un transporte restringido dentro de la planta. Su mecanismo de acción no está bien definido, aunque afectan varios procesos bioquímicos dentro de la planta e interfieren con el crecimiento normal de la célula (KOGAN y PEREZ, 2003).

Acetocloro está recomendado para maíz en aplicaciones de presembrado incorporado o postemergencia en dosis de 0.9 a 3.36 kg ia/ha (WEED, 1994). LLANOS (1984) señala que debe aplicarse en preemergencia en suelo húmedo sin incorporar y solo en suelos secos incorporar superficialmente. HENDRIX et al. (2004), recomienda el uso de acetocloro en siembras de maíz cero labranza, sin embargo, señala que los mejores resultados son obtenidos en cultivo tradicional al incorporar el herbicida en presembrado.

Está especialmente recomendado para el control de malezas gramíneas anuales como *Sorghum halepense* L. (maicillo de semilla), *Echinochloa crusgalli* L. (hualcacho), *Digitaria sanguinalis* L. (pata de gallina) y *Setaria verticillata* (L.) P. Beauv (pega pega) entre otras y algunas malezas de hoja ancha como *Amaranthus deflexus* L. (bledo), *Portulaca oleracea* L. (verdolaga) y un menor

control sobre *Datura ferox* L. (chamico) y *Chenopodium album* L. (quinguilla) en maíz (AFIPA, 2002).

LLANOS (1984) y ANDERSON (1996) recomiendan el uso de acetocloro en combinación con atrazina para aumentar el espectro de acción y evitar que se escapen malezas del control químico. Sin embargo YOUNG et al., (1998), señalan que la mezcla de acetocloro con atrazina no controla en su totalidad las malezas con hojas muy pilosas.

Este herbicida es fitotóxico para especies cultivadas de la familia de las cucurbitáceas (melón, pepino, sandía, calabaza) y la remolacha (LLANOS, 1984) y el mecanismo de acción que presenta es la inhibición de la síntesis de ácidos grasos y lípidos, proteínas, isoprenoides y flavonoides (ANDERSON, 1996).

2.6 Mezclas de herbicidas utilizadas en maíz.

Según ROIBU et al. (2000), las mezclas de acetocloro mas atrazina y acetocloro mas glifosato en preemergencia son posibles de realizar y las recomienda por los buenos resultados en el control de malezas obtenidos en maíz cero labranza en Rumania.

En ensayos realizados en España con maíz modificado genéticamente resistente a glifosato en post-emergencia, se ha utilizado la mezcla atrazina mas acetocloro aplicada al suelo en preemergencia (RUIZ et al. 2001).

FAIGUENBAUM (2003) y ARMEL et al. (2003), recomiendan el uso de acetocloro mas atrazina para el control de malezas en maíz y señala que es posible mezclarlos y aplicarlos en conjunto como tratamiento de presembrado.

3 MATERIAL Y METODO

El estudio consideró un experimento a nivel de campo, el cual se realizó entre los meses de noviembre del 2002 y marzo del 2003. En este experimento se evaluaron los herbicidas glifosato, atrazina y acetocloro aplicados en presiembra.

3.1 Ubicación del ensayo.

El estudio se realizó bajo condiciones de campo en el predio experimental Human del Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. Este predio se encuentra ubicado en la provincia del Bío Bío a aproximadamente 8 Km de la ciudad de Los Ángeles, en el camino Los Ángeles - Antuco.

3.2 Características edafoclimáticas del lugar.

La localidad presenta un suelo franco perteneciente a la serie Arrayán. Los suelos de esta serie tienen como material de origen limo, arenas andesitas y basaltos; tienen buen drenaje y presentan una profundidad de 0,8 a 0,9 m (CHILE, INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES, 1964).

El sector pertenece al clima mediterráneo temperado, agroclima Chillán, el cual presenta como característica una temperatura media anual de 14°C, periodo libre de heladas de 5 meses entre noviembre y marzo, suma anual de temperaturas base 10°C de 1.600 grados – día, el régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual de 1.025 mm y una estación seca de 4 meses entre diciembre y marzo (NOVOA, 1989)

3.3 Material experimental.

El experimento se realizó en una siembra comercial de maíz forrajero *Zea mays* del híbrido Pioneer 3527 a una dosis de 103.000 semillas/ha. La siembra se efectuó el día 3 de noviembre a una separación entre hilera de 0,75 m. A la semilla se le aplicó previamente 0,03 kg ia de teflutrina por cada 100 kg de semilla, el nombre comercial del insecticida es FORCE 20 CS.

El ensayo se estableció bajo sistema de riego centralizado o pivote central, por lo cual el riego fue muy homogéneo sobre el cultivo. El cultivo anterior fue ballica Italiana *Lolium multiflorum* L. variedad Tama, sembrada en abril del 2003 la cual fue cortada el 24 de octubre, diez días antes de la siembra del ensayo. Al momento del corte de la ballica esta se encontraba en inicio de floración.

Como lo describe SOTO et al. (2002) en la VIII región, especialmente en predios lecheros, es comúnmente utilizada la rotación de ballicas anuales y maíz forrajero sembrado desde mediados de octubre a noviembre.

Según CORONATA, (2005)¹ la rotación ballica de ciclo corto o anual, cortándola para soiling o como pastoreo directo y luego siembra directa de maíz es común en la provincia del Bío Bío y está siendo utilizada cada vez mas, especialmente en predios lecheros.

La siembra se realizó bajo condiciones de cero labranza con una máquina brasileña marca Tatu de cinco hileras separadas 0,75 m entre hilera.

¹/ Comunicación personal. CORONATA, JUAN (2005). Agricultor y prestador de servicio de maquinaria agrícola en la VIII región.

En el Cuadro 1 se observa el análisis químico de suelo correspondiente al lugar del ensayo. El análisis se realizó en el laboratorio de la Cooperativa Agrícola y Lechera Bío Bío Ltda. (Bioleche), laboratorio acreditado por la Comisión de Normalización y Acreditación (CNA) de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo.

Cuadro 1. Análisis químico de suelo donde se realizó el ensayo.

- pH (1:2.5) agua	6,05
- Materia orgánica %	15,5
- N mineral (ppm N-NO ₃)	4,96
- Fósforo aprovechable (ppm-Olsen)	8,62
- Magnesio intercambiable (ppm)	1,47
- Hierro intercambiable (ppm)	23,8
- Boro intercambiable (ppm)	0,83
- Potasio intercambiable (meq/100 gs)	0,4
- Calcio intercambiable (meq/100 gs)	8,48
- Magnesio intercambiable (meq/100 gs)	1,5
- Sodio intercambiable (meq/100 gs)	0,15

FUENTE: Laboratorio de la Cooperativa Agrícola y Lechera Bio Bio Ltda. (Bioleche).

La fertilización por hectárea al momento de la siembra fue la siguiente: 29 kg de nitrógeno (N), 150 kg de fósforo (P₂O₅), 96 kg de potasio (K₂O), 33 kg de calcio (CaO), 75 kg de cloro (Cl), 3,4 kg de zinc (Zn), 1,6 kg de azufre (S) y 1 kg de boro (B). Estos fertilizantes fueron aplicados al momento de la siembra, en banda con la sembradora en forma de: superfosfato triple, fosfato de amonio, sulfato de zinc, boronato calcita y muriato de potasio. La fertilización posterior por hectárea aplicada con trompo, en cobertera, al estado de ocho hojas verdaderas del maíz fue: 230 kg de nitrógeno (N), 55 kg de calcio (CaO) y 30 kg de azufre (S) aplicados en forma de urea y fertiyeso.

3.4 Diseño experimental.

El ensayo se estableció en un diseño experimental de bloques completamente al azar con 16 tratamientos y 4 repeticiones. En el Cuadro 2 se presentan los distintos tratamientos empleados.

Cuadro 2. Detalle de los tratamientos realizados en el experimento.

Tratamientos			
Nº	Glifosato kg ia/ha	Atrazina kg ia/ha	Acetocloro kg ia/ha
1	1.44	2.07	2.02
2	1.44	1.53	2.02
3	1.44	2.07	1.51
4	1.44	1.53	1.51
5	2.40	2.07	2.02
6	2.40	1.53	2.02
7	2.40	2.07	1.51
8	2.40	1.53	1.51
9	1.44	1.53	--
10	1.44	2.07	--
11	2.40	1.53	--
12	2.40	2.07	--
13	1.44	Sin desmalezamiento	
14	2.40	Sin desmalezamiento	
15	1.44	Limpia Manual	
16	2.40	Limpia manual	

3.5 Característica de la unidad experimental.

El ancho de las parcelas fue de 3,75 metros, es decir, cinco hileras con una separación entre hileras de 0,75 metros. El largo de estas fue de 5,0 metros.

3.6 Aplicación de los herbicidas.

Esta se realizó el día 3 de noviembre, diez días posteriores al corte de la ballica y 10 horas previo a la siembra de maíz. La aplicación se hizo mediante una bomba de espalda provista de una barra asperjadora con cuatro boquillas de tipo abanico plano y con un gasto de 390 litros de agua por hectárea. La barra se mantuvo a una altura constante de 0,5 metros durante la aplicación.

Los productos (glifosato, atrazina y acetocloro) fueron aplicados juntos, en mezcla en el tanque.

3.7 Evaluaciones.

Durante el desarrollo del experimento se hicieron cinco evaluaciones diferentes:

- Densidad inicial de plantas de maíz.
- Fitotoxicidad en las plantas de maíz.
- Biomasa de malezas.
- Altura y número de plantas finales por unidad de superficie.
- Rendimiento de los componentes del forraje.

3.7.1 Porcentaje de emergencia. Se realizaron las mediciones a los 7 días postemergencia del maíz, esto es 7 días después que se presenta el 50% de las plantas emergidas. Para estimar el porcentaje se contó el número de plantas emergidas en tres metros lineales de la hilera central.

3.7.2 Fitotoxicidad en las plantas de cultivo. Se realizaron cuatro mediciones de fitotoxicidad en las plantas de maíz, a 7, 15, 30 y 45 días después de la emergencia (DDE). El daño producido por los herbicidas en el maíz se ponderó en forma visual mediante la escala propuesta por el Consejo Europeo de Investigación en Malezas (E.W.R.C.) descrita por FRANS (1972), la cual asigna

un valor 1 cuando no se presenta reducción de crecimiento o daño al follaje y un valor 9 cuando se llega a un 100% de daño o la muerte del vegetal.

Cuadro 3. Escala de fitotoxicidad propuesta por el Consejo Europeo de Investigación en Malezas (E.W.R.C).

% daño	Respuesta del cultivo	Valor Escala
0	Sin reducción de crecimiento o daño	1
1,0 – 3,5	Débil decoloración, reducción o daño	2
3,5 – 7,0	Más severa, pero no perdurable	3
7,0 – 12,5	Moderada y más perdurable	4
12,5 – 20	Media y perdurable	5
20 – 30	Fuerte	6
30 – 50	Muy fuerte	7
50 – 99	Cultivo casi destruido	8
100	Completamente destruido	9

3.7.3 Biomasa de malezas. La evaluación se realizó a los 45 días después de la emergencia del cultivo cortando una muestra de malezas a nivel de suelo de 0,5625 m² de área, la cual se delimitó con un cuadrado de fierro rígido de 75 cm cada lado, la muestra fue tomada al azar dentro de cada parcela. Luego se separaron las malezas por especie y se determinó su peso seco por unidad de superficie. La materia seca de las malezas se determinó separándolas por especie, secándolas en una estufa de aire forzado por 48 horas a 60 °C y luego pesándolas. La muestra de malezas fue tomada 45 días después de la emergencia debido a que según GOSHEH y CHANDLER (1996), este momento se encuentra dentro del periodo crítico libre de malezas en maíz.

3.7.4 Altura y número de plantas a cosecha. Al momento de la cosecha se determinó la altura y el número de plantas finales por tratamiento. Para

determinar el número de plantas se contaron las plantas presentes en tres metros lineales de la hilera central. La altura se determinó midiendo diez plantas competitivas, estas son plantas dentro de la parcela a evaluada, que presentan un desarrollo normal y cuentan con las dos plantas compañeras. Plantas con mayor distancia sobre hilera entre estas y la siguiente no fueron seleccionadas para la evaluación por presentar en general mayor desarrollo.

3.7.5 Rendimiento de los componentes del forraje a cosecha. Cuando el maíz se encontró en estado de grano pastoso 135 días posterior a la siembra, se evaluaron las 3 hileras centrales de cada parcela, eliminando 0,5 m de cabecera.

Los componentes evaluados fueron:

- Peso seco aéreo de las plantas de maíz de la parcela útil (4m x 3 hileras).
- Peso seco de tallos, hojas y mazorca en una muestra compuesta por 10 plantas competitivas.
- Relación mazorca – parte aérea.
- Rendimiento de materia seca total de 10 plantas competitivas.

3.8 Análisis estadístico.

Se realizó un análisis de varianza de acuerdo al diseño experimental empleado y un test de comparación de medias de Tukey cuando correspondió. En el ANDEVA se realizó un anidado por dosis de glifosato de acuerdo al detalle señalado en el Cuadro 4.

Para efecto del análisis de la varianza con la biomasa de malezas se trabajó con la raíz cuadrada del valor de materia seca de la maleza mas uno.

Esto se realizó para conseguir una distribución normal de los datos y homogeneidad de sus varianzas.

Cuadro 4. Estructura de anidado utilizado en el análisis de varianza.

FV	GL
Repetición	3
Dentro dosis glifosato 1,44 kg/ha	(7)
Tratamientos	7
Dentro dosis glifosato 2,40 kg/ha	(7)
Tratamientos	7
Dosis promedio glifosato 1,44 v/s 2,40 kg/ha	1
Error	45
Total	63

4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Este capítulo se dividirá en dos subcapítulos, el primero de los cuales abordará el efecto de los tratamientos de herbicidas sobre las malezas presentes en el ensayo y el segundo el efecto sobre el cultivo del maíz.

4.1 Efecto de los herbicidas sobre las malezas presentes.

Las principales malezas que se presentaron en el ensayo fueron: *Lolium multiflorum* Lam. (ballica), *Medicago sativa* L. (alfalfa), *Trifolium repens* L. (trébol blanco), *Anthemis cotula* L. (manzanillón), *Cynodon dactylon* (L.) Pers (pasto bermuda), *Leontodon saxatilis* Lam. (chinilla), *Sonchus asper* (L.) Hill (ñilhue), *Polygonum persicaria* L. (duraznillo), *Crepis capillaris*(L.) Wallr. (crepis), *Daucus carota* L. (zanahoria silvestre), *Arrhenatherum elatius* (L.) ssp. *bulbosus* (pasto cebolla), *Convolvulus arvensis* L. (correhuela) y *Silene gallica* L. (calabacillo). Las menos relevantes fueron: *Sorghum halepense* (L.) Pers. (sorgo de alepo), *Plantago lanceolata* L. (siete venas), *Hypericum perforatum* L. (hierba de San Juan), *Rumex acetosella* L. (vinagrillo), *Echium vulgare* L. (hierba azul), *Taraxacum officinale* Weber (diente de león), *Raphanus raphanistrum* L. (rábano), *Sonchus oleraceus* L. (soncho), *Anagallis arvensis* L. (pimpinela escarlata) y *Senecio vulgaris* L. (senecio).

4.1.1 Efecto de los herbicidas sobre el total de las malezas presentes. En el Cuadro 5 se presenta el efecto de los herbicidas sobre el total de las malezas. Solo se observan diferencias entre el grupo de tratamientos con 1,44 kg ia/ha de glifosato y el con 2,4 kg ia/ha, este último produjo menos biomasa de malezas. Entre los tratamientos con igual dosis de glifosato y distinta de

herbicidas residuales no se presentan diferencias significativas y todas son similares al testigo con limpia manual de malezas.

Cuadro 5. Biomasa total de malezas cosechada a los 45 días después de emergencia del maíz (g MS/m²).

Nº	Tratamientos		Biomasa total de malezas	
	Atrazina kg ia/ha	Acetocloro kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg ia/ha	Glifosato 2,40 kg ia/ha
1	2.07	2.02	380 a ¹	353 a
2	1.53	2.02	468 a	434 a
3	2.07	1.51	421 a	297 a
4	1.53	1.51	448 a	358 a
5	1.53	--	578 a	457 a
6	2.07	--	505 a	321 a
7	Glifosato sin limpia manual		583 a	330 a
8	Glifosato con limpia manual		388 a	268 a
Promedio			472 B²	352 A

¹ Letras minúsculas distintas en la columna muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

² Letras mayúsculas distintas en la fila muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

Estos resultados se contraponen a los presentados por ARMEL *et al.* (2003), en un ensayo realizado en Estados Unidos el año 2000 donde lograron un control del 93% de las malezas aplicando 1,1 kg ia/ha de atrazina mas 1,7 kg ia/ha de acetocloro en preemergencia de maíz. La diferencia se debe a que en el ensayo en Estados Unidos no se presentaron malezas de reproducción vegetativa y por lo tanto el control de todas las malezas originadas de semillas fue casi completo.

4.1.2 Efecto de los herbicidas sobre las malezas dicotiledóneas presentes.

En el Cuadro 6 se presenta el efecto de los herbicidas sobre el total de las malezas dicotiledóneas. Como se puede observar no existieron diferencias significativas entre los tratamientos con diferentes dosis de atrazina y acetocloro ni tampoco entre los con 1,44 y 2,4 kg ia/ha de glifosato. Sin embargo, como muestra el Cuadro 7 al analizar el efecto de las distintas mezclas de herbicidas

sobre las especies en forma individual se observan diferencias en la biomasa de estas, lo cual se discutirá más adelante.

Cuadro 6. Biomasa total de malezas dicotiledóneas presentes a los 45 días después de emergencia del maíz, (g MS/m²).

Nº	Tratamientos		Biomasa total de dicotiledóneas	
	Atrazina kg ia/ha	Acetocloro kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg ia/ha	Glifosato 2,40 kg ia/ha
1	2.07	2.02	129 b ¹	220 b
2	1.53	2.02	126 b	116 b
3	2.07	1.51	186 b	114 b
4	1.53	1.51	193 b	143 b
5	1.53	--	184 b	235 b
6	2.07	--	195 b	117 b
7	Glifosato sin limpia manual		131 b	134 b
8	Glifosato con limpia manual		0 a	0 a
Promedio			143 A²	135 A

¹ Letras minúsculas distintas en la columna muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

² Letras mayúsculas distintas en la fila muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

En el Cuadro 7 se presenta la biomasa producida por especie de las distintas malezas dicotiledóneas. Se puede observar que *M. sativa* fue la especie que presentó el mayor desarrollo y que en general el control de las distintas especies presentes fue mejor con dosis más altas de atrazina.

En el ensayo *M. sativa* fue la especie dicotiledónea de mayor biomasa, esto se debió a que previo al cultivo de ballica sobre la cual se estableció el maíz, en el potrero existía una pradera de alfalfa degradada. La biomasa de *M. sativa* presente en los diferentes tratamientos no presenta ninguna relación con los herbicidas atrazina y acetocloro ni con las dosis de estos, además presentó gran desarrollo porque se originó de estructuras vegetativas y no de semillas, debido a esto, los herbicidas atrazina y acetocloro no lograron ningún control sobre esta especie. Esto concuerda con KOGAN y PEREZ (2003), donde describen el uso de atrazina y acetocloro en control de malezas anuales y no de

Cuadro 7. Biomasa de malezas dicotiledóneas presentes a los 45 días después de emergencia del maíz, (g MS/m²).

Tratamientos			<i>M. sativa</i>		<i>T. repens</i>		<i>A. cotula</i>		<i>L. saxatilis</i>	
Nº	Atrazina kg ia/ha	Acetocloro kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg ia/ha	Glifosato 2,4 kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg i a/ha	Glifosato 2,4 kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg ia/ha	Glifosato 2,4 kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg ia/ha	Glifosato 2,4 kg ia/ha
1	2.07	2.02	126,2 c ¹	220,0 f	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
2	1.53	2.02	120,4 c	102,7 c	0,7 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	4,4 a
3	2.07	1.51	176,4 f	107,6 cd	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	2,2 b	7,1 a
4	1.53	1.51	152,4 d	123,6 e	2,4 b	0,0 a	0,0 a	0,0 a	15,8 c	4,2 a
5	1.53	--	166,7 e	214,7 f	1,1 a	1,1 a	1,1 a	0,0 a	2,0 b	6,2 a
6	2.07	--	191,6 g	111,1 d	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	1,1 ab	3,3 a
7	Glifosato sin limpia manual		85, 8 b	51,6 b	8,9 c	15,8 b	19,9 b	9,3 a	2,9 b	7,6 a
8	Glifosato con limpia manual		0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Promedio			127,4 A²	116,4 B	1,6 A	2,1 A	2,6 A	1,2 A	3,0 A	4,1 A

Tratamientos			<i>S. asper</i>		<i>P. persicaria</i>		<i>C. capillaris</i>		<i>D. carota</i>		<i>C. arvensis</i>	
Nº	Atrazina kg ia/ha	Acetocloro kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg ia/ha	Glifosato 2,4 kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg ia/ha	Glifosato 2,4 kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg ia/ha	Glifosato 2,4 kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg ia/ha	Glifosato 2,4 kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg ia/ha	Glifosato 2,4 kg ia/ha
1	2.07	2.02	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	2,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
2	1.53	2.02	0,0 a	0,0 a	0,7 a	0,0 a	0,0 a	1,1 a	0,0 a	2,9 a	0,0 a	0,0 a
3	2.07	1.51	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	5,8 a	0,0 a	2,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
4	1.53	1.51	10,4 c	8,0 b	0,0 a	2,0 a	10,9 a	0,0 a	0,0 a	4,4 a	0,0 a	0,0 a
5	1.53	--	0,0 a	0,0 a	0,9 a	2,0 a	4,7 a	11,1 a	0,9 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
6	2.07	--	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	1,8 a	3,1 a	0,9 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
7	Glifosato sin limpia manual		2,9 b	14,9 c	0,7 a	2,9 a	5,3 a	0,9 a	0,9 a	1,6 a	2,2 b	2,0 b
8	Glifosato con limpia manual		0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Promedio			1,7 A	2,9 A	0,3 A	0,9 A	3,8 A	2,0 A	0,6 A	1,1 A	0,3 A	0,3 A

¹ Letras minúsculas distintas en la columna muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

² Letras mayúsculas distintas en la fila muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

malezas de reproducción vegetativa. Por otro lado, se observa una reducción de la biomasa de *M. sativa* con la dosis mayor de glifosato, sin embargo, esta reducción no fue total debido a que al momento de la aplicación de los herbicidas solo algunas plantas de *M. sativa* presentaban rebrote.

La especie *Leontodon saxatilis* fue otra de las malezas que presentó un desarrollo avanzado al momento de la evaluación, no se observan diferencias significativas entre el grupo de tratamientos con 1,44 kg ia/ha de glifosato y el con 2,4 kg. Los tratamientos con 2,07 kg ia/ha de atrazina más 2,02 kg ia/ha de acetocloro, independiente la dosis de glifosato lograron un control total de esta maleza. Por otro lado los tratamientos que presentaron el peor control fueron los con baja dosis de glifosato y acetocloro.

Las malezas como *Polygonum persicaria*, *Crepis capillaris* y *Daucus carota* no presentaron ninguna respuesta a las diferentes dosis ni mezclas de productos, no observándose diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos. Estos resultados no concuerdan con los presentados por otros autores como ORMEÑO (1993) y KOGAN (1992) donde sí existen diferencias en la biomasa de estas malezas frente a una aplicación de atrazina. Esto se debe probablemente a una baja carga de estas especies en el potrero donde se estableció el ensayo, además el gran desarrollo presentado por *M. sativa* y *L. multiflorum* enmascararon el efecto de atrazina sobre estas especies.

Trifolium repens y el *Sonchus asper* fueron las especies controladas por todos los tratamientos de herbicidas, en ambas dosis de glifosato, excepto cuando se aplicó la mezcla de las dosis mas bajas de atrazina y acetocloro con la dosis baja de glifosato en el caso de *T. repens* y en ambas dosis de dosis de glifosato en el caso de *S. asper*.

Las malezas *A. cotula* y *C. arvensis* fueron controladas por todos los tratamientos, presentando siempre diferencias significativas con el testigo a excepción de los tratamientos con la dosis mayor de glifosato en el caso de *A. cotula* donde no se presentan diferencias con el testigo sin limpia manual.

4.1.3 Efecto de los herbicidas sobre las malezas monocotiledóneas presentes.

Cuadro 8. Biomasa total de malezas monocotiledóneas presentes a los 45 días después de emergencia del maíz, (g MS/m²).

Nº	Tratamientos		Biomasa total de monocotiledóneas	
	Atrazina kg ia/ha	Acetocloro kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg ia/ha	Glifosato 2,40 kg ia/ha
1	2.07	2.02	251 ab ¹	219 a
2	1.53	2.02	295 ab	279 a
3	2.07	1.51	210 a	182 a
4	1.53	1.51	276 ab	214 a
5	1.53	--	394 ab	222 a
6	2.07	--	310 ab	203 a
7	Glifosato sin limpia manual		452 b	196 a
8	Glifosato con limpia manual		386 ab	268 a
Promedio			322 B²	223 A

¹ Letras minúsculas distintas en la columna muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

² Letras mayúsculas distintas en la fila muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

Al comparar los tratamientos con 1,44 y 2,4 kg ia/ha de glifosato en el Cuadro 8, se puede apreciar una diferencia altamente significativa en la biomasa total de monocotiledóneas, los tratamientos con 1,44 kg ia/ha de glifosato presentan 322 gramos de materia seca por metro cuadrado, superior a los 223 gramos que presentan en promedio los tratamientos con 2,4 kg ia/ha de glifosato.

El tratamiento con 2,07 kg ia/ha de atrazina y 1,51 kg ia/ha de acetocloro, fue el que presentó el mayor control de malezas monocotiledóneas con 210 g MS/m², significativamente inferior a los 452 g del testigo sin limpia

manual. Dentro del grupo de tratamientos con 2,4 kg ia/ha de glifosato no se observan diferencias significativas entre los tratamientos con herbicidas residuales y todos son estadísticamente similares al testigo con limpia manual.

En el Cuadro 9 se presenta la biomasa por especie de las distintas malezas monocotiledóneas. Se puede observar que *L. multiflorum* fue la maleza que presentó el mayor desarrollo y en general que el control de las distintas especies presentes fue mejor con dosis mas altas de acetocloro.

L. multiflorum fue la especie de mayor biomasa en el ensayo debido a que este se estableció sobre una pradera de *L. multiflorum* cortada para "soiling" 10 días antes de aplicar los herbicidas, lo cual no fue suficiente tiempo para tener un rebrote de todas las plantas ni un área foliar adecuada para la absorción de glifosato, por lo tanto, algunas plantas se escaparon al control rebrotando con posterioridad a la aplicación. En la ciudad de Temuco CATRILEO et al., (2003), obtuvieron un buen control de *L. multiflorum* con 1,44 kg ia/ha de glifosato aplicado sobre las plantas enteras y no rebrotando como se realizó en este ensayo. El bajo control también puede explicarse por el volumen de agua con que fue aplicado el glifosato 390 litros por hectárea. KOGAN y PEREZ (2003), recomiendan la aplicación de herbicidas sistémicos como el glifosato en volúmenes de agua que no superen los 200 litros por hectárea, debido a que con volúmenes mayores disminuye la eficiencia.

En el Cuadro 9 se observa un mejor control de *L. multiflorum* en los tratamientos con la dosis mayor de glifosato, 2,4 kg ia/ha, los cuales presentaron como promedio 208 g MS/m², muy inferior al promedio de 322 g MS/m² presentado por los tratamientos con 1,44 kg ia/ha. El tratamiento que presentó el mayor control fue el con las dosis mas altas de atrazina y acetocloro. Por otro lado, todos los tratamientos con herbicidas residuales

Cuadro 9. Biomasa de malezas monocotiledóneas presentes a los 45 días después de emergencia del maíz, (g MS/m²).

Nº	Tratamientos		<i>L. multiflorum</i>		<i>C. dactylon</i>		<i>S. halepense</i>		<i>A. elatius spp. bulbosus</i>	
	Atrazina kg ia/ha	Acetocloro kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg ia/ha	Glifosato 2,4 kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg ia/ha	Glifosato 2,4 kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg ia/ha	Glifosato 2,4 kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg ia/ha	Glifosato 2,4 kg ia/ha
1	2.07	2.02	251 b ¹	133 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
2	1.53	2.02	340 d	317 f	1,7 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
3	2.07	1.51	231 a	182 c	4,0 a	0,4 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
4	1.53	1.51	248 b	213 d	2,4 a	0,9 a	3,8 b	0,7 a	0,0 a	0,0 a
5	1.53	--	377 e	217 d	7,3 a	3,1 b	3,3 b	1,6 a	5,8 a	0,0 a
6	2.07	--	306 c	184 c	2,2 a	12,9 c	0,0 a	6,4 b	1,6 a	0,0 a
7	Glifosato sin limpia manual		440 g	151 b	1,3 a	15,5 d	7,5 c	22,9 c	3,3 a	7,1 b
8	Glifosato con limpia manual		386 f	268 e	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Promedio			322 B²	208 A	2,4 A	4,1 A	1,8 A	3,9 A	1,3 A	0,9 A

¹ Letras minúsculas distintas en la columna muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

² Letras mayúsculas distintas en la fila muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

permitieron una reducción de la biomasa de *L. multiflorum*, respecto al testigo sucio como al testigo con limpia manual. Ningún tratamiento logro eliminar completamente esta especie, lo cual, evitó apreciar con claridad la acción de los herbicidas sobre las demás especies.

Las malezas *C. dactylon* y *S. halepense* no presentaron diferencias entre las distintas dosis de glifosato. Estas especies además fueron mal controladas en los tratamientos con baja o nula dosis de acetocloro y alta de atrazina, lo cual concuerda con el ensayo realizado por ORMEÑO (1993) donde obtuvo resultados similares con bajas dosis de acetocloro.

El control de *A. elatius* spp. *bulbosus* y *C. dactylon* no presenta diferencias entre los distintos tratamientos con 1,44 kg ia/ha de glifosato. En los tratamientos con 2,4 kg ia/ha de glifosato el control en ambas especies fue estadísticamente similar al testigo con limpia manual con las dos dosis de acetocloro, lo cual concuerda con la recomendación de AFIPA (2002), que señala como adecuado el uso de 1,4 kg ia/ha en suelos francos para el control de gramíneas anuales. En el caso de *C. dactylon* todos los tratamientos sin acetocloro y con 2,4 kg ia/ha de glifosato presentaron biomásas estadísticamente superiores al testigo con limpia manual.

4.2 Efecto sobre el cultivo.

En este capítulo se evalúan los efectos que producen las distintas mezclas y dosis de herbicidas sobre el cultivo.

4.2.1 Efecto de los herbicidas sobre la fitotoxicidad del cultivo a los 7, 15, 30 y 45 días después de la emergencia (DDE). En el Cuadro 10 se presenta la fitotoxicidad, la cual, se evaluó en forma visual y la escala utilizada corresponde a la propuesta por el Consejo Europeo de Investigación en Malezas (E.W.R.C.). La cual asigna un valor 1 cuando no se presenta reducción

Cuadro 10. Fitotoxicidad del cultivo a los 7, 15, 30 y 45 días después de la emergencia (DDE).

Tratamientos			7 (DDE)*		15 (DDE)		30 (DDE)		45 (DDE)	
Nº	Atrazina	Acetocloro	Glifosato	Glifosato	Glifosato	Glifosato	Glifosato	Glifosato	Glifosato	Glifosato
	kg ia/ha	kg ia/ha	1,44 kg ia/ha	2,40 kg ia/ha	1,44 kg ia/ha	2,40 kg ia/ha	1,44 kg ia/ha	2,40 kg ia/ha	1,44 kg ia/ha	2,40 kg ia/ha
1	2.07	2.02	1,2 a ¹	2,0 a	1,5 a	2,5 a	1,5 ab	2,5 a	1,5 ab	2,5 c
2	1.53	2.02	1,5 a	1,5 a	1,7 a	2,0 a	2,7 b	2,2 a	1,7 ab	1,7 abc
3	2.07	1.51	1,2 a	1,7 a	1,7 a	2,0 a	2,5 ab	2,2 a	2,0 b	2,0 bc
4	1.53	1.51	1,2 a	1,5 a	1,7 a	2,0 a	2,5 ab	3,3 a	1,7 ab	2,0 bc
5	1.53	--	1,0 a	1,2 a	1,7 a	2,0 a	2,3 ab	3,3 a	1,0 a	1,7abc
6	2.07	--	1,2 a	1,2 a	2,0 a	2,0 a	2,0 ab	2,3 a	1,0 a	1,2 a
7	Glifosato sin limpia manual		1,0 a	1,0 a	1,7 a	2,0 a	1,7 ab	2,8 a	1,0 a	1,5 ab
8	Glifosato con limpia manual		1,0 a	1,0 a	1,7 a	1,8 a	1,2 a	2,0 a	1,0 a	1,2 a
Promedio			1,2 A²	1,4 B	1,6 A	2,0 A	2,1 A	2,6 A	1,4 A	1,8 B

¹ Letras minúsculas distintas en la columna muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

² Letras mayúsculas distintas en la fila muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

* Días después de emergencia.

de crecimiento o daño al follaje y un valor 9 cuando se llega a un 100% de daño o la muerte del vegetal.

Observando el Cuadro 10, se puede apreciar la toxicidad que causaron los herbicidas sobre el maíz. La fitotoxicidad presentada por el maíz a los 7 y 15 días no fue significativamente superior a los testigos con y sin limpia manual en ninguno de los tratamientos.

Se destaca el efecto fitotóxico que presenta la mezcla de las mayores dosis de los herbicidas 2,4 kg ia/ha de glifosato, 2,07 kg ia/ha de atrazina y 2,02 kg ia/ha de acetocloro la cual presentó una fitotoxicidad mayor al testigo a los 45 días después de emergencia, sin embargo, la fitotoxicidad no superó el valor 3 lo cual indica una decoloración media de las hojas, la cual no reduce el desarrollo de las plantas. El tratamiento con la mezcla 2,07 kg ia/ha de atrazina y 1,51 kg ia/ha de acetocloro independiente de la dosis de glifosato presentó una fitotoxicidad significativamente mayor al testigo con limpia manual a los 45 días después de emergencia.

4.2.2 Efecto de los herbicidas sobre la densidad inicial, altura y densidad final de plantas. La emergencia fue evaluada 7 días postemergencia. En el Cuadro 11 se observa que todos los tratamientos presentaron una emergencia pareja, no presentando diferencias significativas entre los tratamientos con 1,44 kg ia/ha de glifosato y el promedio de emergencia fue de 9,8 plantas por metro cuadrado. Entre los tratamientos con 2,4 kg ia/ha de glifosato no hubo diferencias significativas, tampoco entre los tratamientos y el testigo con limpia manual, el promedio de emergencia fue de 9,9 plantas por metro cuadrado. La baja diferencia presentada en la emergencia se debió probablemente a que la siembra fue muy homogénea, quedando todas las semillas entre 7 y 8 centímetros de profundidad, y a que el riego con pivote central es muy parejo lo cual permitió una germinación simultánea de las semillas.

Cuadro11. Densidad inicial, final (plantas/m²) y altura (m) de plantas.

Tratamientos			Densidad inicial de plantas				Altura final de plantas				Densidad final de plantas			
N°	Atrazina	Acetocloro	Glifosato		Glifosato		Glifosato		Glifosato		Glifosato		Glifosato	
	kg ia/ha	kg ia/ha	1,44 kg ia/ha	2,4 kg ia/ha	1,44 kg ia/ha	2,4 kg ia/ha	1,44 kg ia/ha	2,4 kg ia/ha	1,44 kg ia/ha	2,4 kg ia/ha	1,44 kg ia/ha	2,4 kg ia/ha	1,44 kg ia/ha	2,4 kg ia/ha
1	2.07	2.02	10,5	a ¹	9,6	ab	2,03	b ¹	2,48	cd	9,9	a ¹	10,0	a
2	1.53	2.02	9,5	a	10,4	b	2,10	b	2,43	bcd	10,0	a	10,1	a
3	2.07	1.51	9,6	a	9,5	ab	2,10	b	2,48	cd	10,1	a	10,2	a
4	1.53	1.51	9,8	a	9,2	a	2,09	b	2,30	bc	9,8	a	10,0	a
5	1.53	--	9,6	a	10,2	ab	1,91	ab	2,19	b	10,0	a	10,0	a
6	2.07	--	9,7	a	10,1	ab	1,96	b	2,44	bcd	9,9	a	10,2	a
7	Glifosato sin limpia manual		9,7	a	10,4	b	1,66	a	1,76	a	9,9	a	10,0	a
8	Glifosato con limpia manual		9,5	a	9,5	ab	2,41	c	2,60	d	9,9	a	9,8	a
Promedio			9,8	A²	9,9	A	2,03	A²	2,33	B	9,9	A²	10	A

¹ Letras minúsculas distintas en la columna muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

² Letras mayúsculas distintas en la fila muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

La altura de plantas a la cosecha presentó diferencias significativas entre los tratamientos con 1,44 y 2,4 kg ia/ha de glifosato, esto se debe al mejor control de malezas por los tratamientos con la dosis mas alta de glifosato presentado en el Cuadro 9, lo cual permitió un desarrollo mayor del maíz.

Se observa en el Cuadro 11 que ningún tratamiento con 1,44 kg ia/ha de glifosato igualó al testigo con limpia manual, el cual presentó 2,4 metros de altura, sin embargo, todos los tratamientos permitieron una mayor altura de planta respecto al testigo sin limpia manual, excepto en la dosis 1,53 de atrazina. De los tratamientos con 2,4 kg ia/ha de glifosato todos los con 2,07 kg ia/ha de atrazina igualaron al testigo con limpia manual, destacándose los tratamientos con 2,02 y 1,51 kg ia/ha de acetocloro los cuales obtuvieron 2,48 metros de altura, cifra superior a la obtenida por GUTIERREZ (1993) con 2,08 metros en maíz forrajero y de 2,13 metros obtenida por FLIES (1996).

No se observaron diferencias significativas en la densidad de plantas a la cosecha entre los testigos y los diferentes tratamientos, presentándose una densidad de 9,8 a 10 plantas por metro cuadrado (98.000 a 100.000 plantas/ha.), lo cual supera los rangos esperados para producción de forraje recomendados por FLIES (1996) de 85.000 plantas/ha y GUTIERREZ (1993) de 79.470 plantas/ha. La excelente población de plantas que se obtuvo en todos los tratamientos se debió a que el porcentaje de emergencia fue muy alto y no hubo caída de plantas ni pérdidas posteriores en el cultivo.

4.2.3 Efecto de los herbicidas sobre el rendimiento de los componentes del forraje.

4.2.3.1 Biomasa de mazorca, tallos y hojas. En el Cuadro 12 se presentan los rendimientos de materia seca obtenidas por las distintas estructuras de la planta.

Cuadro12. Rendimiento de mazorca, tallos y hojas (ton MS/ha).

Tratamientos			Mazorca				Tallos				Hojas			
N°	Atrazina	Acetocloro	Glifosato		Glifosato		Glifosato		Glifosato		Glifosato		Glifosato	
	kg ia/ha	kg ia/ha	1,44 kg ia/ha	2,4 kg ia/ha	1,44 kg ia/ha	2,4 kg ia/ha	1,44 kg ia/ha	2,4 kg ia/ha	1,44 kg ia/ha	2,4 kg ia/ha	1,44 kg ia/ha	2,4 kg ia/ha	1,44 kg ia/ha	2,4 kg ia/ha
1	2.07	2.02	7,09	b ¹	8,82	ab	4,94	ab ¹	6,98	abc	2,00	ab ¹	2,51	ab
2	1.53	2.02	6,22	b	10,16	bc	5,16	bc	7,85	bc	2,00	ab	2,90	bc
3	2.07	1.51	7,22	b	10,70	bc	5,75	bc	8,93	c	2,18	b	2,91	bc
4	1.53	1.51	5,79	b	8,21	ab	5,79	bc	6,24	ab	2,08	ab	2,32	ab
5	1.53	--	5,04	ab	9,24	ab	4,56	ab	7,38	abc	1,89	ab	2,28	ab
6	2.07	--	5,21	ab	12,13	c	5,30	bc	8,46	c	1,85	ab	2,71	bc
7	Glifosato sin limpia manual		3,05	a	5,69	a	2,80	a	5,43	a	1,51	a	2,06	a
8	Glifosato con limpia manual		12,68	c	12,58	c	7,17	c	8,75	c	3,32	c	3,23	c
Promedio			6,54	A²	9,69	B	5,18	A²	7,50	B	2,1	A²	2,62	B

¹ Letras minúsculas distintas en la columna muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

² Letras mayúsculas distintas en la fila muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

En el Cuadro 12 se observa que el rendimiento de mazorca presenta una gran diferencia entre los tratamientos con 1,44 y 2,4 kg ia/ha de glifosato, presentando como promedio 6,54 y 9,69 toneladas MS/ha respectivamente, esto se debió al menor desarrollo de las plantas por la gran competencia de malezas en todos los tratamientos con 1,44 kg ia/ha de glifosato.

Los tratamientos con 2,4 kg ia/ha de glifosato obtuvieron en general buenos resultados en producción de tallos y hojas, destacándose los tratamientos 2,07 kg ia/ha de atrazina , 2,07 kg ia/ha de atrazina mas 1,51 kg ia/ha de acetocloro y el con 1,53 kg ia/ha de atrazina mas 2,02 kg ia/ha de acetocloro con 8,46, 8,93 y 7,85 toneladas de tallos y 2,71, 2,91 y 2,9 toneladas de hojas por hectárea respectivamente e igualando estadísticamente al testigo con limpia manual de malezas.

En el Cuadro 12, también se puede observar que entre los tratamientos con 2,4 kg ia/ha de glifosato, el que presentó el resultado mas bajo fue el tratamiento con 1,53 kg ia/ha de atrazina mas 1,5 kg ia/ha de acetocloro, el cual rindió 6,2 toneladas de tallos, igualando estadísticamente al testigo enmalezado.

De los tratamientos con 1,44 kg ia/ha de glifosato ninguno igualó en producción de hojas ni de mazorca al testigo con limpia manual.

4.2.3.2 Relación mazorca – parte aérea. Al momento de la cosecha se determinó la contribución de la mazorca al rendimiento total en cada tratamiento, resultados que se presentan en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Relación mazorca en total parte aérea.

Tratamientos			Relación mazorca parte aérea			
Nº	Atrazina kg ia/ha	Acetocloro kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg ia/ha		Glifosato 2,40 kg ia/ha	
1	2.07	2.02	0,51	bc ¹	0,48	a
2	1.53	2.02	0,46	ab	0,49	a
3	2.07	1.51	0,48	abc	0,47	a
4	1.53	1.51	0,42	a	0,49	a
5	1.53	--	0,44	ab	0,49	a
6	2.07	--	0,42	a	0,52	a
7	Glifosato sin limpia manual		0,41	a	0,43	a
8	Glifosato con limpia manual		0,55	c	0,51	a
Promedio			0,46	A²	0,49	B

¹ Letras minúsculas distintas en la columna muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

² Letras mayúsculas distintas en la fila muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

En el Cuadro 13, en los tratamientos con 1,4 kg ia/ha de glifosato se observa una buena relación mazorca – parte aérea en los tratamientos con 2.07 kg ia/ha de atrazina y acetocloro, siendo estos tratamientos estadísticamente iguales al testigo con limpia manual.

Los tratamientos con 2,4 kg ia/ha de glifosato no presentaron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo se destacó el tratamiento con 2,07 kg ia/ha de atrazina con 52% de aporte al rendimiento, superando al testigo con limpia manual que obtuvo 51% de aporte. BALOCCHI y LOPEZ (1993) señalan que contribuciones de mazorca sobre 50% al rendimiento total base materia seca son aceptables.

Según GEBAUER (1994), los híbridos que presentan mayor porcentaje de contribución de hojas y tallos al rendimiento en materia seca corresponden a aquellos cuyos porcentajes de contribución de mazorca al rendimiento total es menor. Por lo tanto se podría suponer que los tratamientos que obtuvieron mayores porcentajes de contribución de mazorca al rendimiento total de materia seca serían forrajes de mayor valor energético que aquellos cuyo valor para

este parámetro fue menor. Por lo tanto los tratamientos de los cuales se esperaba una mejor calidad energética serían el tratamiento con 1,5 kg ia/ha de glifosato más 2,07 kg ia/ha de atrazina y 2,02 kg ia/ha de acetocloro, el cual obtuvo 50% y el tratamiento con 2,4 kg ia/ha de glifosato y 2,07 kg ia/ha de atrazina el cual obtuvo 52%.

4.2.3.3 Rendimiento de materia seca total. En el Cuadro 14 se presentan los rendimientos en materia seca obtenidos por los diferentes tratamientos.

Cuadro 14. Rendimiento total (ton MS/ha) en maíz.

Tratamientos			Rendimiento total			
Nº	Atrazina kg ia/ha	Acetocloro kg ia/ha	Glifosato 1,44 kg ia/ha		Glifosato 2,40 kg ia/ha	
1	2.07	2.02	14,03	b ¹	18,31	bc
2	1.53	2.02	13,38	b	20,91	bcde
3	2.07	1.51	15,15	b	22,54	cde
4	1.53	1.51	13,66	b	16,77	ab
5	1.53	--	11,50	ab	18,90	bcd
6	2.07	--	12,37	b	23,30	de
7	Glifosato sin limpia manual		73,66	a	13,19	a
8	Glifosato con limpia manual		23,17	c	24,55	e
Promedio			13,83	A²	19,81	B

¹ Letras minúsculas distintas en la columna muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

² Letras mayúsculas distintas en la fila muestran diferencias estadísticas significativas al 5% prueba de rango múltiple de Tukey.

De los tratamientos con 1,44 kg ia/ha de glifosato ninguno igualó al testigo limpia manual que obtuvo 23,17 (ton MS/ha.), presentándose en todos los casos diferencias significativas. Sin embargo los tratamientos que presentaron los mejores rendimientos fueron con 2,07 kg ia/ha de atrazina, 2,02 y 1,51 kg ia/ha de acetocloro, los cuales obtuvieron 14,03 y 15,15 ton MS/ha respectivamente. En los tratamientos con 2,4 kg ia/ha de glifosato destacan los tratamientos 2,07 kg ia/ha de atrazina con 1,51 kg ia/ha de acetocloro, 1,53 kg ia/ha de atrazina con 2,02 kg ia/ha de acetocloro y el tratamiento con solo 2,07

kg ia/ha de atrazina los cuales obtuvieron resultados de 22,54, 20,91 y 23,30 ton MS/ha., resultados similares estadísticamente al testigo con 24,55 ton MS/ha. Estos resultados superan las 20 ton MS/ha descritas como un muy buen rendimiento por KLEIN (1994), quien además señala que los promedios de producción en la zona sur fluctúan entre las 10 y 17 ton MS/ha. Por otro lado JIMENEZ (2002) recomienda el uso del híbrido Pioneer 3527 en la VIII región por sus excelentes resultados en producción por unidad de superficie y sus características adecuadas para ser utilizado en ensilaje de planta entera.

5 CONCLUSIONES

El control de malezas monocotiledóneas presentó diferencias altamente significativas entre el grupo de tratamientos con 1,44 y el con 2,4 kg ia/ha de glifosato, superando este último en un 31% a la dosis menor.

L. multiflorum, la principal maleza monocotiledónea del ensayo, fue deficientemente controlada con ambas dosis de glifosato, sin embargo, la reducción de biomasa con la dosis mas alta (2,4 kg/ha) fue 35% superior que cuando se utilizó menor dosis (1,44 kg/ha).

Ninguno de los herbicidas residuales solos o en mezcla logró un control del total de las malezas dicotiledóneas. Por otra parte, todas las mezclas presentaron un control sobre el total de malezas monocotiledóneas.

Todos los herbicidas utilizados presentaron selectividad al cultivo de maíz, independiente de las mezclas y dosis empleadas, ya que no afectaron la emergencia, densidad y altura de plantas; ni al rendimiento de mazorcas, tallos y hojas como tampoco a la relación mazorca-resto parte aérea.

Los mejores rendimientos en producción de biomasa de mazorca, tallos, hojas y total planta de materia seca la presentaron los tratamientos con 2,4 kg ia/ha de glifosato mas 2,07 kg ia/ha de atrazina sola o con 1,51 kg ia/ha de acetocloro y el tratamiento con 2,4 kg ia/ha de glifosato mas 1,53 kg ia/ha de atrazina y 2,02 kg ia/ha de acetocloro.

6 RESUMEN

El ensayo se realizó bajo condiciones de campo entre noviembre de 2002 a marzo de 2003 en el predio experimental Human del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) ubicado en la provincia del Bío Bío a 8 Km al este de la ciudad de Los Angeles. El objetivo de este trabajo fue evaluar la acción de los herbicidas glifosato, atrazina y acetocloro en el control de malezas en un cultivo de maíz *Zea mays* L., establecido en cero labranza, aplicados en distintas dosis y mezclas en presiembra sobre un rastrojo de ballica Italiana *Lolium multiflorum* L. diez días posterior a su corte para soiling. Los objetivos específicos fueron determinar la dosis de glifosato mas adecuada para el control de la ballica y determinar la dosis de atrazina más acetocloro que logre un adecuado control de malezas en el cultivo, además de evaluar la fitotoxicidad que producen estos herbicidas sobre el maíz. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con 16 tratamientos y cuatro repeticiones.

El control de malezas monocotiledóneas presentó diferencias entre el grupo de tratamientos con 1,44 y con 2,4 kg ia/ha de glifosato, la dosis más alta presento una reducción de biomasa de un 35% respecto a la dosis menor. Ningún tratamiento, independiente de las dosis y mezclas de herbicidas utilizados presentó fitotoxicidad alta sobre el maíz. En altura de planta a cosecha los mejores resultados los presentaron los tratamientos con altas dosis de glifosato y atrazina, logrando alturas superiores a los 248 cm. Los mejores resultados que se obtuvieron, tanto en producción total de materia seca total, en mazorca, en hoja y en la relación mazorca/parte aérea, lo presentaron los tratamientos con alta dosis de glifosato 2,4 kg ia/ha mas atrazina 2,07 kg ia/ha sola o con 1,51 kg ia/ha de acetocloro y el tratamiento con 2,4 kg ia/ha de glifosato mas 1,53 kg ia/ha de atrazina y 2,02 kg ia/ha de acetocloro.

SUMMARY

The field experiment was carried out between november 2002 and march 2003, under field conditions, in the Experimental Station Human, belonging to the Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), distant 8 km east from the city of Los Angles, Bio-Bio province. This experiment was made to evaluate the action of glyphosate, acetochlor and atrazine herbicides in a presouring weed control, in no tillage field corn *Zea mays*, aplied in different doses and mixtures ten days after having harvested a rygrass, *Lolium multiflorum L.* crop. The specific objectives were to determinate the most adecuated doses of glyphosate and atrazine + acetochlor, in the control of *Lolium multiflorum L.*; and to determine the fitotoxicity of the mixtures of this herbicides on the field corn. A completed randomized block design with 16 treatment and 4 replicates, was used.

Significant differences were found between the treatment groups of monocotyledonous weed (1,44 and 2,4 kg ai/ha of glyphosate), because *Lolium multiflorum L.*, the principal monocotyledonous weed on the experiment, was deficiently controlled with the lower doses of glyphosate. It was determinated that no treatment, independent of the doses and mixtures of the herbicides used, showed high fitotoxicity, only a smooth discoloration that desapiered after a while. The best plant hight results, of all the treatments, were reached with high doses of glyphosate and atrazina, where plants reached more than 248 cm. It was found that the herbicide doses that showed the best results, in Total Dry Matter production, ear and relation between ear/ total plant, was the treatment with high doses of glyphosate 2.4 kg ai/ha and atrazina 2.07 kg ai/ha or with 1.51kg ai/ha acetochlor, and the treatment with 2.4 kg ai/ha of glyphosate plus 1.53 kg ai/ha of atrazine and 2.02 kg ai/ha of acetochlor

7 BIBLIOGRAFIA

- ACEVEDO, E y SILVA, P. 2003. Agronomía de la cero labranza. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 132p.
- AHRENS, W. 1994. Herbicide handbook. Weed Science Society of America. Seventh Edition. United States of America, Illinois. 352p.
- ANDERSON, W. 1996. Weed science principles and applications. United States of America. West Publishing Company. 388p.
- ARMEL, G., WILSON, H., RICHARDSON, R. y HINES, T. 2003. Mesotrione, acetochlor and atrazine for weed management in corn *Zea mays*. Weed Technology 17(2): 284-290.
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES E IMPORTADORES DE PLAGUICIDAS AGRÍCOLAS (AFIPA). 2002. Manual fitosanitario 2002-2003. Fundación para el desarrollo frutícola. Santiago, Chile. 1214 p.
- BALOCCHI, O. y LOPEZ, I. 1993. Maíz forrajero. Frontera Agrícola Chile. 2(1): 40-45.
- BANKS, P. y ROBINSON, E. 1986. Soil reception and activity of acetochlor, alachlor, and metolachlor as affected by wheat. Weed Science 34(6): 607-611.

- BROOME, M., TRIPLETT, G. y WATSON, C. 2000. Vegetation control for no tillage corn planted into warm season perennial species. *Agronomy Journal* 92(12): 1248-1255.
- BUHLER, D. 1992. Population dynamics and control of annual weeds in corn (*Zea mays*) as influenced by tillage. *Weed Science* 40(2): 241-248.
- CATRILEO, A., ROJAS, C. y MATUS, J. 2003. Evaluación de la producción de cebada sembrada sola y asociada a especies forrajeras para la producción de ensilaje. *Agricultura Técnica* 63(2): 135-145.
- CROVETTO, C. 1992. Rastrojos sobre el suelo. Santiago, Chile. pp 171-195.
- DALLEY, C., KELLS, J. y RENNER, K. 2004. Effect of glyphosate application timing and row spacing on corn *Zea mays* and soybean *Glycine max* yields. *Weed Technology* 18(1): 165-176.
- DE CAL, A. 1993. Efecto de los herbicidas atrazina y alacloro sobre la microflora del suelo de un monocultivo de maíz. *Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetales* 8(1): 97-108.
- EVANS, S., KNEZEVIC, S., LINDQUIST, J., SHAPIRO, C. y BLANKENSHIP, E. 2003. Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. *Weed Science* 51(4): 408-417.
- FAIGUENBAUM, H. 2003. Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile. Santiago, Chile. Ograma S. A. 352p.

- FISK, J., HESTERMAN, O., SHRESTHA, A., KELLS, J., HARWOOD, R., SQUIRE, J. y SHEAFFER, C. 2001. Weed suppression by annual legume cover crops in no tillage corn. *Agronomy Journal* 93(3): 319-325.
- FLIES, A. 1996. Evaluación de híbridos de maíz forrajero (*Zea mays* L.) bajo condiciones de secano en el área de Loncoche, IX Región. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 130p.
- FRANS, R. 1972. Measuring plant responses. In: WILKINSON, R. *Research Method in Weed Science*. Souther Weed Sci. Soc. pp 27-41.
- FUENTES, R. 1992. Características de los principales grupos de herbicidas. In: Curso de uso y manejo de plaguicidas. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Valdivia. Chile. pp 97-121.
- GEBAUER, A. 1994. Evaluación de diez híbridos de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en la provincia de Valdivia. Tesis Lis. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 71p.
- GOSHEH, H. y CHANDLER, J. 1996. The critical period of johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in field corn (*Zea mays* L.). *Weed Science* 44(9): 944-947.
- GUTIERREZ, M. 1993. Evaluación de 10 híbridos de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en la provincia de valdivia. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 72 p.

- HAFLIGER, E. 1979. Maize. Ciba – Geigi Agrochemicals, Maize monograph supplement. Switzerland. 105p.
- HENDRIX, H., YOUNG, B. y CHONG, S. 2004. Weed management in strip tillage corn. *Agronomy Journal* 96(2): 229-235.
- HETZ, E y MELO, L. 1997. Evaluación energética de un sistema de producción de maíz y trigo con cero labranza: El caso de Chequén, Concepción, Chile. *Agro-Ciencia* 13 (2): 181-187.
- CHILE, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS NATURALES CORFO. 1964. Suelos. Descripción proyectos aerofotogramétrico. Chile. 391p.
- JIMENEZ, R. 2002. Maíz para ensilaje y grano. *Agricultura Técnica (Chile)*. 62: 18-19.
- KOGAN, M. 1992. Malezas: Ecofisiología y estrategias de control. Alfabeta Impresores. Santiago, Chile. 402p.
- KOGAN, M y PEREZ, A. 2003. Herbicidas: fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 333p.
- KLEIN, F. 1994. Utilización de ensilaje de maíz en producción de leche. *Boletín Técnico Estación Experimental Remehue* n° 213. 16p.
- LLANOS, M. 1984. El maíz: su cultivo y aprovechamiento. Madrid. España. Mundi-Prensa. 318p.

- LOSADA, E. y MORENO, J. 1992. Control de la juncia (*Cyperus esculentus* L.) en cultivo de maíz con tratamientos herbicidas y rotaciones de cultivo. *Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetales* 7 (1): 29-37.
- MATTHEI, O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Santiago, Chile. 545p.
- NOVOA, R. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Instituto de investigación agropecuaria. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Santiago, Chile. 221p.
- ORMEÑO, R. 1993. Control preemergente de malezas. Tesis Ing. Agr. Santiago, Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 72p.
- RATIKANTA, P. 1998. Maize Science. New Delhi. Oxford. 520p.
- ROIBU, C. 2000. Efficacy of various herbicides when applied in no tillage maize and spring barley in Romania. *International Symposium on Crop Protection* 65 (2): 99 – 106.
- RUIZ, F. 1982. Cosecha más con semilla de maíz híbrido. Pioneer. Compendio del cultivo de maíz. Santiago, Chile. 70p.
- RUIZ, I. 1988. Praderas para Chile. Instituto de investigaciones agropecuarias. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 723p.
- RUIZ, P. 2001. Soil arthropods in glyphosate tolerant and isogenic maize lines under different soil/weed management practices. *Conservation – agriculture*. Madrid, España. 6 (2): 1 – 7.

- SAEZ, M. 1989. Productividad de 17 genotipos de maíz forrajero (*Zea mays L.*), en la comuna de Valdivia. Tesis Lic. en Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 63p.
- SATORRE, E., BENECH, R., SLAFER, G., DE LA FUENTE, E., MIRALLES, D., OTEGUI, M. y SAVIN, R. 2004. Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Facultad de agronomía. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 783p.
- SOTO, P., JAHN, E. y ARREDONDO, S. 2002. Mejoramiento del porcentaje de proteína en maíz para ensilaje con el aumento y parcialización de la fertilización nitrogenada. Agricultura Técnica (Chile) 64(2): 156-162.
- TAYLOR, S. y WAX, L. 2001. Weed control in field corn *Zea mays* with RPA 201772 combinations with atrazina and S-metolachlor. Weed Technology 15(2): 249-256.
- URBANO, P. 1992. Tratado de Fitotecnia General. Madrid, España. Mundi-Prensa. 895p.
- VON MALAPERT, 1997. Selectividad de metribuzin y atrazina en aplicaciones de postemergencia temprana en maíz forrajero *Zea mays L.* Tesis Lic. en Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 70p.
- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 1994. Herbicide Handbook. Illinois, USA. William Aharens. Champaign. 420p.

YOUNG, B., HART, S. y SIMMONS, E. 1998. Performance of preemergence applications of isoxaflutole in corn. *Weed Science* 38(1): 24-31.

ANEXOS

ANEXO 1. Número de plantas por hectárea 7 días post emergencia, por bloque y promedio de los 16 tratamientos.

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
1	106666	106666	102222	106666	105555
2	93333	93333	93333	102222	95555
3	102222	102222	88889	93333	96666
4	93333	97778	102222	102222	98889
5	88889	97778	106666	93333	96666
6	106666	106666	102222	102222	104444
7	102222	93333	97778	88889	95555
8	93333	93333	88889	93333	92222
9	102222	93333	93333	97778	96666
10	93333	102222	106666	88889	97778
11	97778	102222	102222	106666	102222
12	102222	97778	102222	102222	101111
13	102222	93333	97778	97778	97778
14	106666	106666	102222	102222	104444
15	93333	88889	97778	102222	95555
16	88889	93333	106666	93333	95555

ANEXO 2. Fitotoxicidad del cultivo a los 7 días después de la emergencia (DDE).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
1	2	1	1	1	1,25
2	2	1	1	2	1,5
3	2	1	1	1	1,25
4	2	1	1	1	1,25
5	2	2	2	2	2
6	2	1	2	1	1,5
7	1	2	2	2	1,75
8	1	2	2	1	1,5
9	1	1	1	1	1
10	1	1	1	2	1,25
11	1	1	2	1	1,25
12	1	1	2	1	1,25
13	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1

ANEXO 3. Fitotoxicidad del cultivo a los 15 días después de la emergencia (DDE).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
1	2	1	2	2	1,75
2	2	2	1	2	1,75
3	2	2	1	2	1,75
4	2	2	1	2	1,75
5	2	2	2	2	2
6	2	2	2	2	2
7	2	2	2	2	2
8	2	2	2	2	2
9	2	2	2	2	2
10	2	1	2	2	1,75
11	2	2	2	2	2
12	2	2	2	2	2
13	1	2	2	2	1,75
14	1	2	2	2	1,75
15	2	2	1	1	1,5
16	1	1	2	2	1,5

ANEXO 4. Fitotoxicidad del cultivo a los 30 días después de la emergencia (DDE).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
1	3	3	2	3	2,75
2	3	2	2	3	2,5
3	3	3	2	2	2,5
4	2	3	2	2	2,25
5	1	2	3	3	2,25
6	2	2	2	3	2,25
7	3	3	3	4	3,25
8	3	4	3	3	3,25
9	2	3	1	2	2
10	1	2	2	2	1,75
11	2	2	3	2	2,25
12	3	3	3	2	2,75
13	2	1	1	1	1,25
14	2	3	1	2	2
15	2	3	2	2	2,25
16	1	2	1	2	1,5

ANEXO 5. Fitotoxicidad del cultivo a los 45 días después de la emergencia (DDE).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
1	2	2	2	1	1,75
2	2	2	2	2	2
3	2	2	1	2	1,75
4	1	1	1	1	1
5	1	2	2	2	1,75
6	2	2	2	2	2
7	2	2	2	2	2
8	2	2	2	1	1,75
9	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1
11	1	1	1	2	1,25
12	1	2	1	2	1,5
13	1	1	1	1	1
14	1	2	1	1	1,25
15	2	1	1	1	1,25
16	1	1	1	1	1

ANEXO 6. Materia seca del total de malezas cosechadas por tratamiento y promedio (g/m²).

Nº	Glifosato Kg ia./ha	Atrazina kg ia./ha	Acetoclor o kg ia./ha	R1	R2	R3	R4	Promedio
1	1.44	2.07	2.02	243,6	382,2	488,0	409,8	381
2	1.44	1.53	2.02	302,2	547,6	516,4	506,7	468
3	1.44	2.07	1.51	348,4	412,4	489,8	435,6	422
4	1.44	1.53	1.51	433,8	374,2	469,2	518,2	449
5	2.40	2.07	2.02	257,8	320,0	311,1	524,4	353
6	2.40	1.53	2.02	257,8	523,6	546,7	408,9	434
7	2.40	2.07	1.51	261,3	417,8	238,2	272,0	297
8	2.40	1.53	1.51	304,0	254,2	461,3	414,2	358
9	1.44	1.53	--	847,1	420,4	597,3	450,7	579
10	1.44	2.07	--	671,1	434,7	410,7	506,7	506
11	2.40	1.53	--	573,3	488,9	292,4	475,6	458
12	2.40	2.07	--	375,3	163,6	436,4	310,2	321
13	1.44	Enmalezado		495,1	738,7	561,8	539,9	584
14	2.40	Enmalezado		305,8	284,4	496,0	237,3	331
15	1.44	Limpia Manual		382,2	364,4	364,4	435,6	387
16	2.40	Limpia manual		222,2	257,8	320,0	275,6	269

ANEXO 7. Materia seca de malezas dicotiledóneas cosechadas por tratamiento y promedio (g/m²).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
1	39,1	160,0	248,0	72,0	130
2	151,1	200,9	104,9	48,9	126
3	136,0	199,1	312,9	97,8	186
4	152,0	194,7	224,9	203,6	194
5	124,4	133,3	177,8	444,4	220
6	44,4	79,1	191,1	151,1	116
7	30,2	97,8	120,9	209,8	115
8	81,8	141,3	310,2	40,9	144
9	404,4	143,1	117,3	73,8	185
10	151,1	188,4	250,7	191,1	195
11	459,6	53,3	80,0	347,6	235
12	186,7	65,8	137,8	80,0	118
13	57,8	263,1	83,6	122,1	132
14	40,9	98,7	306,7	90,7	134
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0

ANEXO 8. Materia seca de malezas monocotiledóneas cosechadas por tratamiento y promedio (g/m²).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
1	204,4	222,2	240,0	337,8	251
2	151,1	346,7	411,6	457,8	342
3	212,4	213,3	176,9	337,8	235
4	281,8	179,6	244,3	314,7	255
5	133,3	186,7	133,3	80,0	133
6	213,3	444,4	355,6	257,8	318
7	231,1	320,0	117,3	62,2	183
8	222,2	112,9	151,1	373,3	215
9	442,7	277,3	480,0	376,9	394
10	520,0	246,2	160,0	315,6	310
11	113,8	435,6	212,4	128,0	222
12	188,6	97,8	298,7	230,2	204
13	437,3	475,6	478,2	417,8	452
14	264,9	185,8	189,3	146,7	197
15	382,2	364,4	364,4	435,6	387
16	222,2	257,8	320,0	275,6	269

ANEXO 9. Número de plantas por hectárea, por bloque y promedio de los 16 tratamientos.

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
1	101333	100000	101333	96000	99667
2	104000	97333	100000	n.e.	100444
3	105333	100000	100000	98667	101000
4	106667	98667	94667	94667	98667
5	104000	101333	97333	97333	100000
6	100000	101333	101333	100000	100667
7	n.e.	n.e.	104000	100000	102000
8	105333	98667	97333	101333	100667
9	106667	98667	98667	97333	100333
10	100000	96000	105333	97333	99667
11	102667	104000	98667	97333	100667
12	104000	102667	n.e.	100000	102222
13	100000	98667	97333	100000	99000
14	100000	101333	102667	97333	100333
15	104000	100000	96000	98667	99667
16	101333	98667	98667	96000	98667

*n.e. Parcela perdida, no evaluada.

ANEXO 10. Rendimiento de materia seca de maíz total, por bloque y promedio de 16 tratamientos (kg/ha).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
1	13697	12894	14820	14736	14037
2	10217	15590	14353	n.e.	13387
3	14824	15152	16966	13664	15152
4	8744	14302	18470	13124	13660
5	19035	13110	18917	22194	18314
6	19081	20333	21482	22764	20915
7	n.e.	n.e.	24034	21063	22548
8	15376	16152	17170	18400	16774
9	9519	10003	13430	13050	11500
10	11425	14558	12613	10883	12370
11	17473	15859	23558	18744	18908
12	23603	24157	n.e.	22168	23309
13	7313	7937	6555	7660	7366
14	13669	13443	12992	12668	13193
15	23438	23514	21477	24274	23176
16	23691	19698	29750	25096	24559

*n.e. Parcela perdida, no evaluada.

ANEXO 11. Rendimiento en materia seca de hojas de maíz, por bloque y promedio de 16 tratamientos (kg/ha).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
1	2000	1932	1984	2116	2008
2	1897	2079	2029	n.e.	2002
3	2092	1881	2539	2189	2175
4	1561	2363	2267	2113	2076
5	2834	2273	2540	2384	2508
6	3101	2488	2993	3027	2902
7	n.e.	n.e.	3009	2806	2908
8	2648	1999	2139	2489	2319
9	1298	1841	2174	2252	1891
10	1438	2233	2265	1460	1849
11	2221	2072	2604	2225	2280
12	2784	2876	n.e.	2481	2714
13	1405	1764	1353	1527	1512
14	2201	1947	2128	1984	2065
15	3097	3582	3175	3416	3318
16	3049	2764	3751	3341	3226

*n.e. Parcela perdida, no evaluada.

ANEXO 12. Rendimiento en materia seca de tallos, por bloque y promedio de 16 tratamientos (kg/ha).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
1	4528	4236	5404	5579	4937
2	4087	6076	5325	n.e.	5163
3	6068	5535	6309	5084	5749
4	3990	5265	8150	5749	5788
5	7354	5642	6722	8206	6981
6	7279	7979	7975	8178	7853
7	n.e.	n.e.	9225	8642	8934
8	5785	5757	7319	6089	6237
9	3786	3767	5162	5525	4560
10	5258	5749	5296	4902	5301
11	7610	6005	9439	6468	7380
12	8846	9586	n.e.	6948	8460
13	2882	2806	2556	2971	2804
14	6462	5179	5160	4922	5431
15	7264	7256	6350	7822	7173
16	8757	6267	10120	9859	8751

*n.e. Parcela perdida, no evaluada.

ANEXO 13. Rendimiento en materia seca de mazorca, por bloque y promedio de 16 tratamientos (kg/ha).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
1	7169	6726	7431	7041	7092
2	4233	7435	6999	n.e.	6222
3	6664	7735	8117	6391	7227
4	3192	6674	8053	5262	5796
5	8847	5195	9654	11605	8825
6	8701	9866	10515	11559	10160
7	n.e.	n.e.	11799	9615	10707
8	6942	8396	7713	9822	8218
9	4435	4394	6094	5272	5049
10	4729	6576	5052	4520	5219
11	7642	7781	11514	10052	9247
12	11973	11695	n.e.	12738	12135
13	3026	3367	2646	3161	3050
14	5006	6317	5704	5761	5697
15	13076	12676	11952	13036	12685
16	11885	10666	15878	11896	12581

*n.e. Parcela perdida, no evaluada.

ANEXO 14. Porcentaje de materia seca de planta total, por bloque y promedio de 16 tratamientos.

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
1	28,4	28,4	35,1	28,6	30,1
2	25,9	33,6	33,3	n.e.	30,9
3	29,4	34,4	35,6	32,3	32,9
4	22,1	30,3	39,1	29,9	30,3
5	28,2	22,1	31,8	35,5	29,4
6	27,3	35,4	35,9	37,1	33,9
7	n.e.	n.e.	36,1	35,6	35,9
8	23,6	27,7	30,5	37,0	29,7
9	24,9	29,9	34,6	31,6	30,2
10	27,0	36,7	33,5	31,9	32,3
11	30,4	34,1	42,0	39,9	36,6
12	35,2	37,1	n.e.	37,2	36,5
13	23,1	29,1	32,3	26,5	27,7
14	33,2	38,1	31,9	31,3	33,6
15	31,0	34,1	34,8	37,0	34,2
16	28,1	26,9	42,1	32,8	32,5

*n.e. Parcela perdida, no evaluada.