

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE DISTINTAS OPCIONES HERBICIDAS EN EL CONTROL DE
MALEZAS EN UN CULTIVO DE MAÍZ DE SEGUNDA, BAJO LA MODALIDAD
DE SIEMBRA DIRECTA EN CONDICIONES DE PRESENCIA-AUSENCIA DE
RASTROJO

por

Rafael CASH DURAN
Pedro Rafael ROSSINI MARTÍNEZ

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2011

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. Grisel Fernández

Ing. Agr. Juana Villalba

Ing. Agr. Guzmán Irazabal

31 de mayo de 2011

Fecha: -----

Autor: -----

Rafael Cash Duran

Pedro Rafael Rossini Martínez

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer en primer lugar a nuestras familias, por el gran esfuerzo y la compañía realizada especialmente en el transcurso de nuestra carrera.

Al increíble grupo de amigos, con los que hemos compartido prácticamente toda esta maratón universitaria y por último y no así menos importante a nuestra tutora de tesis Grisel Fernández, por su gran disposición, amabilidad y profesionalismo con el que nos guió en esta última etapa de preparación como profesionales.

MUCHAS GRACIAS!!!!!!

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTADO DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1 INTERFERENCIAS DE LAS MALEZAS EN EL CULTIVO DE MAÍZ	2
2.2 ENMALEZAMIENTO EN SISTEMAS DE SIEMBRA DIRECTA (CERO LABOREO).....	3
2.3 EFECTOS DEL RASTROJO EN SISTEMAS CON CERO LABOREO	4
2.3.1 <u>Efecto del rastrojo en el ambiente edáfico y las emergencias</u>	4
2.3.2 <u>Efecto del rastrojo en el comportamiento de los herbicidas</u>	6
2.4 ESTRATEGIAS DE CONTROL QUIMICO EN MAÍZ.....	8
2.4.1 <u>Herbicidas de preemergencia</u>	8
2.4.2 <u>Herbicidas de postemergencia</u>	9
2.4.3 <u>Estrategias de pre y postemergencia</u>	10
2.5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS HERBICIDAS ENSAYADOS	10
2.5.1 <u>Herbicidas pre-emergentes</u>	10
2.5.1.1 Atrazina.....	10
2.5.1.2 Cloroacetamidas	12
2.5.2 <u>Herbicidas post-emergentes</u>	15

2.5.2.1	Lightning	15
2.5.2.2	Equip.....	16
3.	<u>MATERIALES Y METODOS</u>	18
3.1	LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	18
3.2	METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN.....	18
3.3	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	19
3.4	DETERMINACIONES	20
3.4.1	<u>Determinaciones a nivel de enmalezamiento</u>	20
3.4.2	<u>Determinaciones a nivel de cultivo</u>	21
3.5	CONDICIONES CLIMATICAS DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL	21
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	24
4.1	CARACTERÍSTICAS DEL ENMALEZAMIENTO EN EL EXPERIMENTO .	24
4.2	EFFECTO DEL RASTROJO Y LOS TRATAMIENTOS HERBICIDAS EN EL ENMALEZAMIENTO.....	25
4.3	EFFECTO DEL RASTROJO Y LOS TRATAMIENTOS HERBICIDAS EN EL CULTIVO	37
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	43
6.	<u>RESUMEN</u>	44
7.	<u>SUMMARY</u>	45
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	46

LISTADO DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1: Descripción de los tratamientos ensayados.....	19
2: Infestación de cebada (no. plantas. m ²) según presencia-ausencia de rastrojo en superficie.	25
3: Infestación de cebada (no. plantas.m ²) según diferentes dosis de metolaclor, en situaciones de rastrojo ausente.	27
4: Dicotiledóneas totales, gramíneas totales y enmalezamiento total (no. malezas.m ²) para los tratamientos preemergentes y para el testigo sucio.....	30
5: Infestación de malezas (no. malezas.m ²) y porcentaje de control para los tratamientos preemergentes respecto al testigo sucio.....	32
6: Gramíneas totales, dicotiledóneas totales y malezas totales (no. malezas.m ²), según tratamiento.	35
7: Gramíneas totales, dicotiledóneas totales y malezas totales (no. malezas.m ²), según tratamiento.	36
8: Rendimiento relativo por tratamiento respecto al mejor (T1).	41
Figura No.	
1: Registro pluviométrico y promedio histórico para la ciudad de Paysandú en el periodo experimental.....	22
2: Registro de temperatura y promedio histórico para la ciudad de Paysandú en el periodo experimental.....	23
3: Infestación de cebada (no. cebada.m ²) según el promedio de los tratamientos preemergentes en comparación al testigo sucio, en condiciones de presencia y ausencia de rastrojo en superficie.....	26

4: Efecto de control de los tratamientos preemergentes en relación al testigo sucio.....	29
5: Infestación de dicotiledóneas (no. dico.m ⁻²) para el promedio de los tratamientos preemergentes y el testigo sucio.....	31
6: Contribución por grado de desarrollo del enmalezamiento para los tratamientos preemergentes y el testigo sucio.....	33
7: Proporción de malezas gramíneas y dicotiledóneas según tratamiento con rastrojo o sin rastrojo (%).....	34
8: Altura de planta (cm) según tratamiento.....	38
9: Largo de espiga según tratamiento.....	40
10: Rendimiento de grano (gramos) por planta según tratamiento.....	40

Foto No.

1: Síntomas observados a campo en parcelas tratadas con Equip.....	38
2: Síntomas observados a campo en parcelas tratadas con Equip.....	39

1. INTRODUCCION

El Maíz es un cultivo extremadamente sensible a la interferencia de malezas, constatándose muy importantes pérdidas de rendimiento cuando no se logra disminuir efectivamente sus densidades.

La investigación en este tema ha demostrado en forma consistente la trascendencia de mantener los cultivos de maíz libres de la interferencia de malezas por períodos prolongados y desde etapas muy tempranas del ciclo, destacando la importancia de realizar controles iniciales con tratamientos herbicidas al momento de preemergencia.

Por otra parte, dependiendo del ambiente productivo fundamentalmente en relación a las características del enmalezamiento así como particularidades del ambiente edáfico, se ha demostrado que en muchas situaciones se hace necesaria la complementación con tratamientos postemergentes.

Entre las características edáficas que pueden limitar la efectividad de los tratamientos preemergentes, se destaca en la bibliografía los problemas relacionados a la disponibilidad hídrica y la presencia de rastrojo en superficie. Considerando la generalización del cero laboreo dentro del área productiva del país, la presencia de rastrojo en superficie constituye una realidad productiva frecuente y particularmente problemática en cultivos de segunda.

La naturaleza y cantidad de rastrojo así como el comportamiento de distintos principios activos pueden afectar fuertemente el resultado de control de los tratamientos preemergentes, determinando la necesidad de la complementación con tratamientos de postemergencia.

El presente trabajo tuvo por objetivo evaluar distintas estrategias de control con herbicidas preemergentes, postemergentes y combinaciones de pre y postemergencia en un cultivo de maíz de segunda con y sin rastrojo en superficie.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 INTERFERENCIAS DE LAS MALEZAS EN EL CULTIVO DE MAÍZ

La productividad del cultivo de maíz, puede ser fuertemente disminuida por la interferencia de malezas. Las reducciones a nivel del rendimiento en grano resultan variables dependiendo de las condiciones de producción y de la composición y densidad del enmalezamiento.

Las malezas presentan una gran capacidad competitiva porque explotan eficientemente los recursos del medio como agua, luz y nutrientes, reduciendo su disponibilidad para el cultivo de maíz (Merotto et al., 2000).

Según Pitelli (1984), Fleck et al. (1989) la expresión del potencial de rendimiento del cultivo, depende no sólo de la intensidad o presión del enmalezamiento sino también de la época y duración de la interferencia ocasionada por la presencia de malezas en el cultivo. Singh et al. (1996) menciona la existencia de un período en el cual los efectos de la interferencia de las malezas causan el mayor perjuicio en el cultivo, durante el cual la competencia no podría existir. Este es llamado el período crítico de competencia.

La duración del período crítico es variable según los diferentes trabajos realizados sobre el tema, sin embargo todos coinciden en que las primeras etapas del cultivo son las más sensibles a la competencia de las malezas. Por la misma razón que Carey y Kells (1995), Tapia et al. (1997), Johnson et al. (2000), Brent et al. (2004) sostienen que el rendimiento de maíz puede verse seriamente reducido por la competencia de malezas, si las malezas que emergen junto al cultivo no son eliminadas a tiempo.

Dependiendo del autor se ha constatado que el inicio del período de competencia puede ir desde los primeros 10 a 50 días según Sales (1991), 28 días según Hall et al. (1992), 34 a 40 días según Singh et al. (1996) y hasta unos 56 días postemergencia según Haan et al. (1994). También se ha estudiado que la emergencia de malezas más allá del período crítico de competencia, no limita el crecimiento del cultivo de maíz (Singh et al., 1996).

La razón principal por la cual existe la necesidad de controlar las malezas en etapas tempranas del cultivo de maíz es debido a su lento crecimiento y la escasa cobertura inicial, determinada tanto por el gran distanciamiento entre las hileras, como por la baja población (Tollenaar et al., 1994).

Ruedell (1991) estableció que el perjuicio potencial de las malezas en el cultivo de maíz puede llegar hasta un 90 % del rendimiento cuando se trata de infestaciones importantes. Del mismo modo los resultados obtenidos por Tharp et al. (2004) demostraron que la competencia de malezas redujo el rendimiento de maíz en las parcelas no tratadas con herbicida entre un 15 y un 95% con respecto a las parcelas libres de malezas.

Los componentes de rendimiento que se ven más afectados por la interferencia de malezas son el número y el tamaño de la espiga (Mundstock y Silva, 1989). Rossi et al. (1996) encontraron reducciones de un 15 % en tamaño de espiga y de un 28 % en el peso de los granos que resultaron en un 32 % de pérdidas en el rendimiento en grano.

2.2 ENMALEZAMIENTO EN SISTEMAS DE SIEMBRA DIRECTA (CERO LABOREO)

La combinación de esfuerzos para minimizar los cambios bruscos de los ambientes naturales (Hildebrand 1990, Reganold et al. 1990) y mantener una agricultura sustentable a lo largo de los años ha promovido la adopción de los sistemas de siembra directa (Klassen 1991, Swanton y Weise 1991).

Se ha mostrado mucha evidencia que éste tipo de sistemas son más productivos a lo largo de los años que los sistemas convencionales (Shelby et al. 1988, Wilcox-Lee y Drost 1991). Según Hairston et al. (1984), Griffith et al. (1986) el resultado de esto se da por una mejora en las características físicoquímicas del suelo y una mejora en la eficiencia del uso del agua.

Sin embargo, el control de malezas presenta importantes problemas en los sistemas de siembra directa constatándose una fuerte dependencia del control químico a través de los herbicidas en estos sistemas (Halford et al., 2001). Woodyard et al. (2009) coinciden en que el control de malezas a través

del uso de herbicidas es esencial para mantener la productividad del cultivo cuando se elimina el laboreo.

Doll et al. (1992), Buhler (1995) alertaron que los cambios de sistemas convencionales a sistemas de cero laboreo, alterarían la composición de las especies, la cantidad total y el patrón temporal de emergencia de las malezas, dando como resultado modificaciones en la relaciones maleza-cultivo. Coincidentemente los resultados de Buhler (1995) mostraron mayores densidades y mayores períodos de emergencia de malezas, a la vez que Johnson et al. (1998) demostraron incrementos en la proporción de malezas gramíneas anuales bajo sistemas de siembra directa. Es por esta razón que la selección de cual herbicida utilizar, la dosis y el momento se torna de relativa importancia en este tipo de sistemas en comparación con los sistemas convencionales.

Fernández (1996) menciona que comparaciones entre los dos tipos de sistemas, utilizando las mismas tecnologías herbicidas, demostraron en la mayoría de las situaciones más altas densidades para los sistemas directos.

Sin embargo, en los sistemas de siembra directa existen residuos que quedan en superficie de cultivos anteriores. Esto genera ciertas características en el suelo, además de actuar como una barrera física que afecta la eficiencia de los herbicidas, especialmente cuando estos son aplicados en la pre emergencia.

2.3 EFECTOS DEL RASTROJO EN SISTEMAS CON CERO LABOREO

2.3.1 Efecto del rastrojo en el ambiente edáfico y las emergencias

En sistemas de siembra directa, la cobertura vegetal formada por los restos del cultivo anterior provoca efectos tanto físicos como químicos a nivel de suelo, afectando la germinación y la tasa de sobrevivencia de las plántulas de diferentes especies (Pereira y Scheeren, citados por Rizzardi et al., 2002).

Este método de siembra, sin la reducción del rastrojo eleva el porcentaje de materia orgánica y de nutrientes en superficie aumentando la actividad microbiana, manteniendo la estabilidad de la estructura y reduciendo

las amplitudes de temperatura y porcentaje de humedad del suelo (Weiss Ferri y Vidal, 2002). Además altera otros factores como ser la luminosidad del suelo, que junto con la temperatura son las principales variables en el control de la dormancia y germinación de semillas, pudiendo inferir en el desarrollo de las plantas ya sean malezas o el propio cultivo (Pereira y Scheeren, citados por Rizzardi et al., 2002).

Pitelli (1998) observó una reducción de las oportunidades de sobrevivencia de las plántulas de malezas con pequeñas cantidades de reservas de semillas, ya que éstas no tienen acceso a la luz en el espacio dentro de la cobertura muerta y no podrán iniciar el proceso fotosintético. También se vio una merma en la germinación de semillas fotoblásticas positivas y de semillas que necesitan gran amplitud térmica para iniciar el proceso.

Existe una alta relación entre la densidad de malezas y cobertura de suelo. El modelo de Teasdale et al. (1991) donde sugieren que es necesaria una mínima cobertura del suelo (42%) para que exista una reducción en la densidad de malezas y que se requiere de un 97% de cobertura para reducir la densidad de las mismas en un 75%. Para el caso particular de residuos de cultivos de invierno superiores a 3000 kg MS/ha, mostraron una cobertura de 90% de la superficie del suelo, determinando reducciones promedio en la densidad de malezas de 78% cuando se lo comparó con un suelo sin cobertura.

En cuanto al desarrollo del propio cultivo de maíz también se observaron modificaciones respecto a situaciones sin rastrojo en superficie. Wicks et al. (1994) demostraron que al aumentar los volúmenes de rastrojo en superficie, se produjo un incremento tanto en la cantidad de biomasa área como la biomasa radicular en los primeros 15cm de suelo. Del mismo modo ocurrió con rendimiento en grano del cultivo, lográndose mayores rendimientos en grano por unidad de área, (kg/ha) a mayores volúmenes de rastrojo en superficie (Weiss Ferri y Vidal, 2002).

A pesar de ello, cantidades normales de rastrojo pueden suprimir la emergencia de malezas en etapas tempranas del ciclo del cultivo, pero no son suficientes para proveer un buen control durante todo el ciclo. Herbicidas o prácticas de control alternativo deberían ser integradas con un buen control de rastrojo para lograr buenos programas de control de malezas (Teasdale et al., 2003).

2.3.2 Efecto del rastrojo en el comportamiento de los herbicidas

Si bien es deseable la presencia de altos niveles de rastrojo en superficie para controlar la emergencia de malezas, altos niveles del mismo pueden interceptar al herbicida y reducir potencialmente su efectividad (Teasdale et al., 2003). El herbicida que es interceptado por el rastrojo puede ser perdido por medio de diferentes mecanismos, lavado por lluvia, biodegradación o volatilización (Locke y Bryson, 1997).

Según Spader y Vidal (2000) para el caso de los herbicidas preemergentes, los cuales son aplicados sobre el rastrojo quedando expuestos a la radiación solar, altas temperaturas y la adsorción por residuos vegetales, se observan reducciones importantes en el comportamiento de los mismos. A su vez Locke y Bryson (1997) determinaron que una proporción del herbicida aplicado queda retenido en el rastrojo y se vuelve menos bioactivo, o físicamente separado del suelo donde puede ser activado, disminuyendo así su efectividad.

Además de eso, este sistema de manejo normalmente incrementa la actividad de microorganismos creando condiciones favorables para la disipación y la reducción de la eficacia de control de malezas por los herbicidas residuales, a través de la adsorción, degradación biológica y la lixiviación de estos compuestos en el suelo (Levannon et al. 1993, Fuscaldo et al. 1999).

La intensidad de la acción depende de la cantidad y el grado de descomposición del rastrojo. El aumento de la cantidad y la presencia de residuos bien descompuestos puede aumentar la adsorción y prolongar el tiempo de permanencia de los herbicidas en el suelo, reduciendo así la absorción por las raíces de las malezas (Adiscott y Dexter 1994, Reddy et al. 1995).

Para el caso particular del herbicida Atrazina, la retención por el rastrojo fue de 61% según Ghardiri et al. (1984) y de 56% a 70% según Isensee y Sadeghi (1994). En el caso de las Cloroacetamidas, la retención del mismo alcanza valores de hasta 80% del metolaclor según Crutchfield et al. (1986) y más de 90% según Bancks y Robinson (1986).

La humedad del suelo y las lluvias ocurridas post aplicación son otros de los factores que afectan directamente el grado de actividad-inactividad que pueden sufrir los herbicidas aplicados. Para que la mayoría de los herbicidas preemergentes sean realmente efectivos es necesaria la ocurrencia de lluvias o de riego artificial luego de la aplicación de los mismos.

Se le atribuye a la humedad del suelo varias funciones que permiten el correcto funcionamiento de estos herbicidas. En primer lugar mueve el herbicida desde la superficie del suelo hacia dentro del mismo disminuyendo sus pérdidas. Segundo, mueve el herbicida dentro del suelo para ponerlo en contacto con la semilla de maleza en germinación. Y por último, crea mejores condiciones en el suelo para que sea absorbido el herbicida por las semillas germinadas (Sticker, citados por Ferras y Perez, 1999).

En el caso particular de la Atrazina, entre un 73 y 96% de la aplicación interceptada por el rastrojo se perdió, entre la primer y tercer semana post aplicación, dependiendo de las precipitaciones (Ghardi et al. 1984, Isensee y Sadeghi 1994).

Los factores tiempo y cantidad de lluvia luego de la aplicación de la Atrazina son los que pueden influenciar en su movimiento desde el rastrojo, indicando que la retención por éste es principalmente función de la cantidad total de lluvia caída y secundariamente depende del tipo de residuos y del patrón de lluvias.

En general, con 30 mm de lluvia, no más del 50% del herbicida interceptado es lavado del rastrojo al suelo, y la mayoría se lava con los primeros 10 mm (Johnson et al., 1989).

Existen grandes diferencias en cuanto a la retención y el lavado de la Atrazina de los rastrojos, otro de los componentes que influyen de forma importante es la disposición de los mismos en la superficie del suelo.

Gadhir, citados por Ferraz y Perez (1999) encontró que en promedio para rastrojo parado y horizontal un 60% era interceptado y un 40 % se encontraba en el suelo. A las 3 semanas y 50 mm de lluvia la Atrazina sobre el rastrojo parado había disminuido en 90 % mientras que sobre el rastrojo horizontal lo hizo en un 63 %. Luego de 9 semanas no se encontró Atrazina en ninguno de los dos rastrojos.

Estudios más recientes comprobaron que estos rastros a menudo tienen mayor capacidad de absorber el herbicida que la materia orgánica del suelo (Locke y Bryson, 1997).

2.4 ESTRATEGIAS DE CONTROL QUIMICO EN MAÍZ

2.4.1 Herbicidas de preemergencia

Tradicionalmente los programas de manejo en el control de malezas en maíz se han basado en aplicaciones preemergentes, combinando herbicidas de hoja ancha y graminicidas, logrando de esta manera un amplio espectro de control junto con un mayor período de persistencia. Estos programas estandarizados, usualmente incluyen a la Atrazina combinado con una Cloroacetamida para lograr un mayor espectro sobre el control de malezas (Whaley et al., 2009).

Tharp et al. (2004) coinciden en que una estrategia común de control de malezas en maíz es una aplicación de herbicidas en preemergencia (pre), de amplio espectro y con residualidad.

Taylor-Lovell y Wax (2001) nombran a la mezcla de Atrazina más Metolaclor como un tratamiento preemergente comúnmente usado, con un amplio espectro de acción. Sin embargo, señalan problemas con algún tipo de malezas como *Abutilon theophrasti* y algún otro tipo de maleza hoja ancha.

Esta estrategia es un enfoque proactivo para el control de malezas y ofrece un control sencillo y rentable de muchas especies de malezas. Sin embargo, las malezas que no se controlan por esta estrategia comúnmente conocidas como "malezas de escape", son importantes a considerar, ya que pueden competir con el cultivo limitando los recursos escasos y contribuir con semillas para el banco de semillas de malezas (Tharp et al., 2004).

2.4.2 Herbicidas de postemergencia

Dentro de las posibles estrategias de control de malezas en maíz que se manejan a nivel productivo en todo el mundo, existe una nueva gama de opciones herbicidas para ser aplicadas en postemergencia temprana del cultivo (post). Estos pueden ser usados en combinación con aplicaciones pre o simplemente solos en postemergencia, dependiendo de los criterios y situaciones de producción. El tratamiento post seleccionado debe estar ajustado previamente según el híbrido de maíz utilizado, ya que no todos los materiales presentan selectividad frente a la aplicación de los mismos.

Algunas investigaciones sugieren que el control oportuno en esquemas de control en postemergencia puede ser una alternativa igual de eficaz respecto a los herbicidas aplicados al suelo (preemergentes) en maíz (Carey y Kells 1995, Tapia et al. 1997, Gower et al. 2002). Estrategias post sin embargo, son generalmente consideradas de mayor riesgo y requieren un manejo más cuidadoso (Carey y Kells 1995, Tapia et al. 1997, Gower et al. 2002). Muchos factores influyen en la viabilidad total de una aplicación de postemergentes en maíz. Existen innumerables interacciones entre el cultivo y las malezas y específicamente coincidir con el momento más oportuno de la retirada de malezas es uno de los factores cruciales para lograr controles exitosos (Myers et al., 2005).

Fleck et al. (2002) también mencionan que el éxito del uso de herbicidas postemergentes depende en gran medida de la capacidad del productor en determinar el momento correcto de la aplicación para controlar las malezas. Con el atraso de la aplicación de los mismos la eficacia de control disminuye, debido principalmente a un mayor desarrollo vegetativo de las malezas, adquiriendo mayor tolerancia a los herbicidas. Por otro lado las aplicaciones iniciales, muy tempranas en el desarrollo del cultivo pueden proporcionar un menor control, porque puede darse posteriormente nuevos flujos de emergencias influenciando negativamente el rendimiento del cultivo.

Dentro de las ventajas con las que cuentan estos herbicidas es que normalmente no requieren precipitaciones para su activación, lo que hace menos dependiente de las condiciones de desempeño ambiental (Tapia et al., 1997).

2.4.3 Estrategias de pre y postemergencia

Los herbicidas preemergentes pueden retrasar la aparición de malezas después de la emergencia de maíz y reducir competitividad de las malezas. Sin embargo, en los casos en que las malezas no son efectivamente controladas por una única aplicación preemergente el rendimiento de maíz puede ser reducido (Tharp et al., 2004).

Además, estas malezas pueden semillar y perdurar en el suelo por un largo tiempo. Por lo tanto, el uso de herbicidas postemergentes puede complementarse como una estrategia integrada.

A su vez, Tharp et al. (2004) concluyeron que los mejores resultados en cuanto al control de malezas fueron aquellos con dos aplicaciones, una pre. seguida por una aplicación post. Rabaey y Harvey (1997), Van Wyche et al. (1999), Johnson et al. (2000) también han demostrado mejores controles de malezas con dos aplicaciones que con solo una aplicación de herbicida, ya sea pre o postemergente.

2.5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS HERBICIDAS ENSAYADOS

2.5.1 Herbicidas pre-emergentes

2.5.1.1 Atrazina

La Atrazina del grupo químico de las Triazinas, es uno de los herbicidas más usados en el mundo, siendo su principal uso para el control de malezas de hoja ancha y algunas gramíneas anuales. Es principalmente utilizado en preemergencia, aunque puede ser utilizado también en aplicaciones postemergentes. Su principal uso es en el cultivo de maíz y en segundo lugar en sorgo.

Actúa principalmente por vía radical y menos por vía foliar. Es una molécula lipofílica, por lo tanto esto le impide trasladarse en forma eficiente por el floema lo que resulta en un bajo control cuando ingresa por esta vía.

Cuando es absorbido por la raíz, se trasloca desde el suelo a las hojas por vía xilemática. Actúa a través de la inhibición del transporte de electrones en el fotosistema II.

Es por esto que las plántulas de malezas susceptibles luego de una aplicación de Atrazina preemergente, logran emerger, pero luego de recibir la luz e iniciar las reacciones químicas estas mueren. Todo el proceso de control demora entre 10 y 15 días.

Luego de la aplicación los síntomas evidentes son una coloración amarronada en el borde de las hojas, resultado de la destrucción de los carotenoides (Rodríguez, 2010).

Para una mejor eficiencia de control, la aplicación deberá hacerse lo más próximo a la siembra, previo a la emergencia de malezas. La humedad del suelo es fundamental para mejorar la actividad del herbicida, sin embargo abundantes precipitaciones luego de la aplicación pueden llegar a causar problemas de fitotoxycidad (Rodríguez, 2010).

Las aplicaciones postemergentes en el cultivo de maíz logran mayores porcentajes de control cuando las malezas se encuentran entre la 2^{da} a 3^{er} hoja. La ventana de aplicación para asegurar la selectividad en el cultivo es entre V2 y V6.

La disponibilidad del principio activo para ser absorbidos por las malezas también depende del tipo de suelo. Al tratarse de una base débil, en suelos con pH bajo queda más retenido, mientras que en suelos de pH alto hay una mayor disponibilidad. Pasa lo contrario con el contenido de materia orgánica (MO), existe un decrecimiento en la cantidad de principio activo a medida que aumenta el contenido de MO.

También presenta una alta persistencia en suelo, debiendo tener mucha precaución en qué momento y a qué dosis es utilizada ya que pueden presentar algún problema en la rotación. Vidal (1997) habla de persistencias de tres meses hasta un año con dosis normales. Esta persistencia es dependiente en gran medida de las condiciones físicas y químicas del suelo como también de la historia de la chacra y el clima. Es así que en un suelo arenoso, con bajo contenido de materia orgánica y en una chacra donde nunca se haya aplicado Atrazina, con bajas condiciones de humedad y temperaturas frías, es probable

que la persistencia sea mayor. Su eliminación del sistema se da por hidrólisis química aunque también se elimina por biodegradación.

La utilización masiva del mismo principio activo año tras año, lleva a la generación de cierto grado de resistencia por parte de algunas malezas. Ryan (1970) reportó la resistencia generada por el *Senecio vulgaris* a la Atrazina. Según Heap (2011) existen unas 69 especies de malezas con cierto grado de resistencia a las triazinas.

Trotter et al. (1990) afirman que la preocupación por el uso de Atrazina está asociada al incremento en la resistencia que han desarrollado algunas malezas a este principio activo y al potencial de lixiviación, el cual puede provocar contaminación de aguas. A raíz de estas preocupaciones, los autores aseguran que hay una necesidad urgente de desarrollar estrategias alternativas de manejo de malezas en el cultivo de maíz.

2.5.1.2 Cloroacetamidas

Las cloroacetamidas son herbicidas inhibidores del crecimiento meristemático. Este grupo de herbicidas son usados como preemergentes, pudiéndose utilizar presiembra incorporado al suelo o aplicados directamente a la superficie del suelo.

El mecanismo de acción de este grupo herbicida actúa bloqueando la síntesis de proteínas, la división y elongación de las células. El mismo está ligado también a la inhibición de la síntesis de lípidos, ácidos grasos, isopropenoides y flavonoides.

Actúan después de la germinación de las semillas pero antes de la emergencia de las plántulas. Las semillas deben germinar y estar creciendo hacia la superficie del suelo para que el herbicida pueda penetrar en la plántula. A medida que estas van creciendo hacia la superficie van tomando rápidamente el herbicida disuelto en la solución del suelo.

Los síntomas para este grupo de herbicidas son similares. En las especies sensibles estos aparecen en la semilla, pero las plántulas no emergen.

Si las plántulas logran emerger, sus hojas se verán retorcidas con mal formaciones y con colores verde oscuro.

Las cloroacetamidas tienen la capacidad de ser detoxificadas por algunas especies. El modo dominante de detoxificación en plantas tanto tolerantes como susceptibles es a través de la conjugación del glutatión u homoglutation (Vidal, 1997).

Según Weber y Meter (1982), Mueller et al. (1999) la eficacia de control de las cloroacetamidas puede variar con el contenido de materia orgánica (MO) y el porcentaje de humedad, debido a los efectos de estos factores sobre la adsorción del suelo. Por ejemplo, la vida media y su consecuente control del alaclor (una cloroacetamidas) varió entre 6 y 60 días, dependiendo de la temperatura, porcentaje de humedad y porcentaje de MO del suelo. La persistencia en este caso se redujo con incrementos de actividad de los microorganismos del suelo.

Los herbicidas de este grupo más utilizados en el cultivo de maíz y evaluados en este trabajo son metolaclor y el acetoclor. Actúan sobre malezas gramíneas aunque también presentan cierto control en latifoliadas de menor desarrollo. Para evitar problemas de fitotoxicidad en el cultivo de maíz, se utilizan productos llamados safeners (protectores) que colaboran en la detoxificación del principio activo. A parte de esto, existe una selectividad posicional, ya que el herbicida es aplicado en preemergencia y actúa en los primeros centímetros del suelo y el maíz se ubica por debajo, escapando a la actividad del herbicida.

Acetoclor:

IUPAC: 2-chloro-N-ethoxymethyl-6?-ethylacet-o-toluidide

CAS: 2-chloro-N-(ethoxymethyl)-N-(2-ethyl-6-methylphenyl) acetamide

Herbicida selectivo de preemergencia en maíz, recomendado para el control de gramíneas anuales y latifoliadas en el cultivo de maíz. El modo de acción es por contacto y se absorbe principalmente por los brotes y las raíces de las malezas en germinación.

Se trasloca acrópetamente por toda la planta alcanzando concentraciones más altas en las partes vegetativas que en las reproductoras. Solamente es fitotóxica para las plantas en emergencia.

Inhibe la división celular e interfiere la absorción y el transporte de metabolitos, impide la mitosis y la síntesis de los ácidos nucleicos de las proteínas y de otras moléculas relacionadas con el metabolismo de las giberelinas.

Este herbicida es fuertemente adsorbido por el suelo. Su degradación se da principalmente por la actividad microbiana, mientras que las pérdidas por lixiviación son muy reducidas y se consideran despreciables las pérdidas por volatilización o fotodescomposición. Su persistencia es de unas 8-12 semanas, dependiendo del tipo de suelo y de las condiciones climáticas, por lo que no afecta a los cultivos siguientes considerándose como poco persistente.

De los herbicidas preemergentes es de los que necesitan menor cantidad de humedad para su activación. Entre 5 a 10 mm de lluvia, caídos dentro de los diez días siguientes a la aplicación son suficientes para que el mismo actúe correctamente.

Las principales malezas que son controladas por este herbicida son: *Digitaria sanguinalis*, *Sorghum halepense* (de semilla), *Chenopodium album*, *Portulaca oleracea*, *Amaranthus quitensis* y *Echinochloa crus-galli*.

Metolaclor-alfa metolaclor:

Fórmula: 2-etil-6-metil-N-(1-metil-2 metoxi-etil)-cloro-acetanilida

Herbicida selectivo de preemergencia en el cultivo de maíz, de acción preventiva. Actúa por contacto inhibiendo la elongación celular en la zona meristemática del coleoptilo y radicular, no permitiendo la germinación de malezas.

El herbicida penetra los brotes de las malezas en plena germinación, principalmente por hipocótilo/coleoptilo, no permitiendo el establecimiento de las plántulas. La absorción radicular es poco importante y transcurre muy lentamente.

Es moderadamente persistente en los sistemas terrestres, con una vida media de 15 a 70 días. Aunque se adsorbe moderadamente a la mayoría de los suelos sobre todo cuando presentan un alto contenido de materia orgánica y arcilla. Este herbicida presenta una movilidad moderada a muy alta en este medio.

Las principales vías de eliminación del mismo son la biodegradación tanto aerobia como anaerobia y la lixiviación. La velocidad de estos procesos dependen fuertemente del tipo de suelo, la temperatura, el contenido de humedad y la concentración de oxígeno. En la superficie de los suelos la fotólisis directa también participa en la remoción de este producto.

Las principales malezas controladas por este herbicida son: *Digitaria spp.*, *Echinochloa crus-galli*, *Setaria spp.*, *Eragrostis spp.*, *Lolium spp.*, *Poa spp.*, etc.

2.5.2 Herbicidas post-emergentes

2.5.2.1 Lightning

Lightning está compuesto por: imazetapir 52,5%, imazapir 17,5%, e ingredientes inertes c.s.p y se presenta con una formulación de gránulos dispersables al 70 %.

El mismo es un herbicida selectivo con acción residual, para aplicaciones postemergentes tempranas en el cultivo de maíz con resistencia a imidazolinonas. El momento de aplicación debe ser en postemergencia temprana del cultivo de maíz, hasta un máximo de 6 hojas totalmente desplegadas, con diferenciación de vaina y lámina (V6).

Su uso es restringido únicamente a híbridos de maíz Clearfield, ocasionando severos daños en aquellos híbridos que no lo sean. La dosis recomendada es de 114g/ha, y las mismas van acompañadas por un tensioactivo no iónico a razón de 500cc.por cada 100 litros de agua.

Lightning utilizado a esta dosis, presenta buen control en malezas gramíneas anuales como Capín (*Echinochloa crus-galli*), Pasto cuaresma (*Digitaria sanguinalis*); dentro de las latifoliadas se encuentra Abrojo (*Xanthium*

cavanillesii), Yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*), entre otras y perennes como Sorgo de alepo (*Sorghum halepense*) y Cebollín (*Cyperus rotundus*).

Luego de la aplicación las malezas susceptibles detienen su crecimiento, dejando de competir con el cultivo y la muerte de las mismas puede demorar 3 a 4 semanas. Lightning, además de controlar las malezas en postemergencia, provee control residual de malezas susceptibles que germinen después de la aplicación (para este control es necesaria una lluvia que incorpore el producto al suelo). Para optimizar el control de malezas, las condiciones de humedad deben ser tales que favorezcan un activo crecimiento de las malezas.

Ocasionalmente, el maíz con resistencia a imidazolinonas, luego de aplicaciones de lightning hasta el estado de sexta hoja expandida, puede presentar una leve clorosis que desaparece con el tiempo, no afectando el rendimiento.

No es recomendable su aplicación en chacras tratadas previamente durante el barbecho con Sulfonilureas, Imidazolinonas o Sulfonamidas. Tampoco en aquellas situaciones donde el cultivo de maíz fue sometido a estrés hídrico o térmico (sequía prolongada, heladas intensas, anegamiento)..

2.5.2.2 Equip

Equip es un herbicida postemergente de acción sistémica para el control de gramíneas y de hoja ancha en el cultivo de maíz.

Actúa Inhibiendo la Aceto Lactato Sintetasa, enzima encargada de la síntesis de los aminoácidos valina, leucina e isoleucina.

Los principios activos de este herbicida está compuesto por una mezcla de dos sulfonilureas, Foramsulfurón (30%) + Iodosulfurón (2%), formulado como granos dispersables.

Luego de aplicado, Equip es absorbido a través de hojas y raíces y se mueve dentro de la maleza hacia las zonas meristemáticas en activa división celular, inhibiendo el crecimiento de las especies susceptibles. Su movimiento dentro de la planta es a través del floema y/o xilema.

Debe ser aplicado, cuando las malezas se encuentran en los primeros estadios de desarrollo y en activo crecimiento donde se produce una inmediata detención del crecimiento (1-3 días), seguido por amarillamiento (clorosis) y desarrollo de un color rojizo en las hojas (4-10 días) y finalmente muerte de las plantas (7-20 días).

La performance de Equip se ve favorecida por temperatura ambiente superior a 15°C y menor a 30°C, humedad del suelo con entre 40–60% de la capacidad de campo y activo crecimiento de las malezas y el cultivo.

Es selectivo en maíz entre los estadios de crecimiento vegetativo comprendidos entre 2 a 6 hojas desplegadas. Los mecanismos que generan esta selectividad son: un menor ingreso y/o traslocación del herbicida en la planta; mayor metabolización, dada por una mayor hidrólisis y mayor descarboxilación del herbicida; secuestro del activo por sustancias que genera la planta y una mayor producción de sitios de acción en la planta entre otros.

A su vez, existen factores que regulan estos mecanismos de selectividad, tales como la temperatura, la humedad del suelo, heliofonía, fotoperíodo, la aplicación previa de sulfonilureas en el barbecho, actuando como agentes de estrés para el cultivo.

Se han observado efectos fitotóxicos en aplicaciones de foramsulfurón en el cultivo de maíz, cuando éste fue aplicado en las etapas de seis o nueve hojas completamente desarrolladas siendo más importantes que cuando se aplicó en la etapa de cuatro hojas (Bunting et al., 2004).

López-Ovejero et al. (2003) verifica que la aplicación de herbicidas inhibidores de ALS en cultivos de maíz en estado de ocho hojas completamente desarrolladas, redujo el número de hileras por espiga, el número de granos por hilera y el peso de 1.000 granos lo cual reduce el rendimiento en grano.

Su espectro de control es tanto para algunas gramíneas como para algunas latifoliadas. Las principales malezas que controla son: Capín (*Echinochloa crusalli*, *E. colona*), Chinchilla (*Tagetes minuta*), Eleusine (*Eleusine indica*), Pasto blanco (*Digitaria sanguinalis*), Quinoa (*Chenopodium album*), Sordo de Alepo (*Sorghum halepense*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*), Yuyo Colorado (*Amaranthus quitensis*).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento fue conducido en la localidad de Pueblo Esperanza (25 km al NE de la ciudad de Paysandú), en el periodo enero a mayo de 2010, en una chacra perteneciente a la empresa Tafilas S.A., sobre un cultivo de maíz para grano de segunda sembrado a continuación de un cultivo de cebada.

Los suelos pertenecen al grupo de suelos CONEAT 11.4, correspondientes a la Unidad Young, Formación Fray Bentos siendo los suelos predominantes Brunosoles Eutricos Típicos, Brunosoles Eutricos Hápticos y Planosoles Eutricos Melánicos, según la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay 1:1000000 (URUGUAY. MAP, 1976).

3.2 METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN

La instalación del experimento se realizó el día de la siembra del cultivo de maíz (16/01/2010), cuando se delimitó el área así como la totalidad de las parcelas.

El híbrido de maíz utilizado fue el evento IPB 881, instalado mediante la modalidad de siembra directa, con una población de 3,6 plantas por metro lineal y una distancia entre hileras de 0,52 metros. El cultivo antecesor fue cebada, de variedad Arrayan, cosechada el 18 de noviembre con un rendimiento promedio de 2300 kg/ha.

La dimensión de las parcelas fue de 14 m², con ancho abarcando 4 surcos de maíz y largo de 7 metros, ocupando un área experimental de 378 m².

Los tratamientos herbicidas preemergentes fueron aplicados el mismo día de la siembra del cultivo, mientras que la aplicación de herbicidas postemergentes fue realizada el día 26/03/2010, con las plantas del cultivo al estado de V5 (cinco hojas verdaderas). Cabe aclarar que todos los tratamientos recibieron a la siembra una aplicación de Glifosato (Roundup Ultramax) a razón de 2kg/ha, (680 gr ia/ha).

Para la aplicación de los herbicidas se utilizó un quipo pulverizador experimental con fuente de CO₂, a presión constante de 1,4 lb y ancho operativo de 2m. El volumen de aplicación fue 100l/ha y el agua utilizada fue desionizada a los efectos de evitar cualquier inactivación posible de los herbicidas.

3.3 TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento consistió en la evaluación de 9 tratamientos herbicidas, tal como se detalla en el Cuadro 1, sobre dos condiciones de rastrojo en superficie, rastrojo abundante (4,5 ton/ha) y rastrojo mínimo resultando un total de 18 tratamientos por bloque.

Cuadro 1: Descripción de los tratamientos ensayados

Tratamiento	Principio Activo	Nombre comercial	Dosis de P.C.	Dosis de P.A.
1	Atrazina+ Metolaclor	Atrazina Dow+ DualGold	3kg/há+1,04l/há	1,5kg/há+ 1l/há
2	Atrazina+ Metolaclor	Atrazina Dow+ DualGold	3kg/há+2,08l/há	1,5kg/há+ 2l/há
3	Atrazina+ Acetoclor	Atrazina Dow+ Surpass EC	3kg/há+1,8 l/há	1,5kg/há+ 1,5l/há
4	Atrazina+ Acetoclor	Atrazina Dow+ Surpass EC	3kg/há+3l/há	1,5kg/há+ 2,5l/há

5	T 1+ (Foramsulfuron– lodosulfuron)	T 1 +Equip	T1 +120gr/há	T1 + (36gr/há- 2,4gr/há)
6	T 3+ (Foramsulfuron– lodosulfuron)	T 3+ Equip	T3 + 120gr/há	T3+(36gr/há- 2,4gr/há)
7	Imazetapir+ Imazapir	Lightning	114gr/há	59,85gr/ha +19,95gr/ha
8	Foramsulfuron+ lodosulfuron	Equip	120gr/há	(36gr/há- 2,4gr/há)
9 (testigo s/ aplicar)			0	0

El diseño experimental utilizado fue un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo de parcelas subdivididas en franjas, con tres repeticiones resultando en total 54 unidades experimentales.

3.4 DETERMINACIONES

Las determinaciones consistieron en evaluaciones realizadas a nivel del enmalezamiento y a nivel del cultivo.

3.4.1 Determinaciones a nivel de enmalezamiento

Se realizaron 6 determinaciones en total. La primera se efectuó a los 10 días post-siembra del cultivo (26/01/2010), y las restantes cada 15-20 días, finalizando el (26/05/2010). Consistieron en la determinación el número de malezas total, diferenciado por especies y grado de desarrollo de cada una. Se

realizaron en tres cuadros de 30*30cm lanzados al azar dentro de la fila central de cada parcela.

3.4.2 Determinaciones a nivel de cultivo

Estas determinaciones se llevaron a cabo junto con la última determinación de malezas el 26/05/2010, previo a la cosecha de la chacra. En esta ocasión se realizó una cosecha manual del cultivo, con el fin de estimar el rendimiento en grano para cada tratamiento.

El mismo se llevó a cabo mediante la selección de 5 plantas en situación de competencia perfecta dentro de cada unidad experimental, determinando el número de espigas por planta.

Posteriormente en laboratorio se determinaron los restantes componentes que conforman el rendimiento del cultivo, como lo son el número de granos por espiga, el peso de los mismos y el porcentaje de humedad.

Complementariamente, con la finalidad de evaluar la existencia de algún efecto fitotóxico por parte de los tratamientos se decidió estimar en cada planta seleccionada la altura de la misma, definiéndose como la altura hasta la inserción de la panoja y el diámetro del tallo a nivel de la última hoja.

3.5 CONDICIONES CLIMATICAS DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL

Las condiciones climáticas durante el período experimental fueron algo particulares si observamos el registro pluviométrico para el ejercicio 09-10. Los valores de precipitaciones se apartaron en gran magnitud de la media histórica para la ciudad de Paysandú, presentando una diferencia de 1152,8 mm respecto al promedio.

Como se observa en la figura siguiente el período de lluvias por encima de lo normal se concentró entre noviembre de 2009 y febrero de 2010

coincidente con parte del período experimental. Como se discutirá más adelante esta particularidad climática pudo haber afectado el comportamiento de los herbicidas.

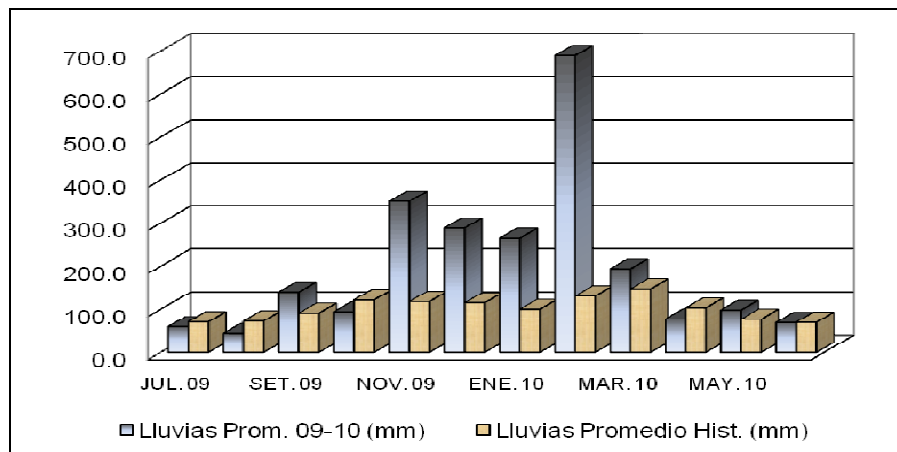


Figura 1: Registro pluviométrico y promedio histórico para la ciudad de Paysandú en el período experimental.

Para el caso de las temperaturas ocurridas en el período en cuestión, las mismas no se apartaron del promedio histórico para esta localidad, por lo que puede tomarse como un año normal para dicha variable.

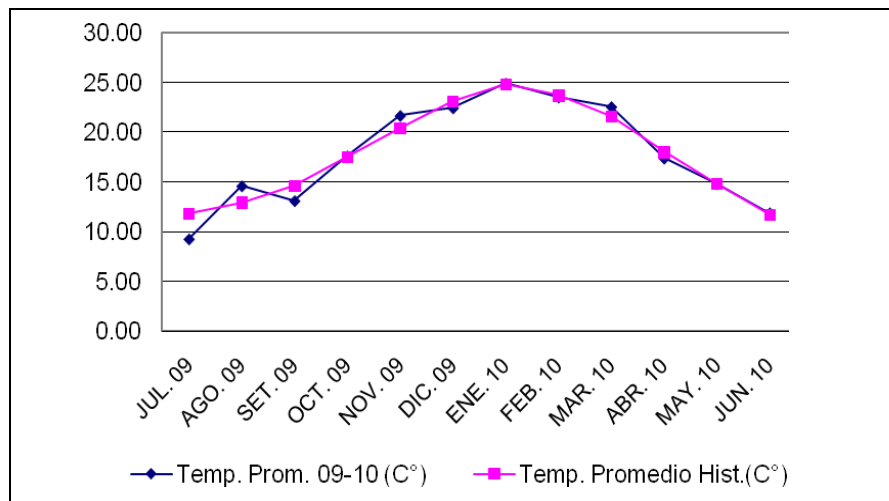


Figura 2: Registro de temperatura y promedio histórico para la ciudad de Paysandú en el periodo experimental.

Es importante aclarar que los registros meteorológicos utilizados corresponden a la Estación Meteorológica de la E.E.M.A.C. (Facultad de Agronomía), debido a que el establecimiento donde se desarrolló el experimento no contaba con registros climáticos y la distancia entre ambas localidades no se consideró importante.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se analizan y discuten los resultados obtenidos, separadamente para las variables estimadas correspondientes al enmalezamiento y al cultivo.

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL ENMALEZAMIENTO EN EL EXPERIMENTO

En función de las evaluaciones realizadas a lo largo del período de estudio en el tratamiento testigo sucio, puede considerarse que el nivel de enmalezamiento en el área experimental fue moderado.

Las especies principales componiendo el enmalezamiento fueron: cebada guacha (*Hordeum vulgare*), capín (*Echinochloa sp.*), yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*), sida (*Sida rhombifolia*) y *Tragia volubilis*.

Considerando la contribución relativa de las especies, el componente dominante en la población fue la cebada guacha y en segundo término capín, resultando un enmalezamiento básicamente gramíneo.

Tanto la baja densidad del enmalezamiento como la composición del mismo resulta lo esperable siendo que se trató de una siembra de maíz de segunda muy tardía. Por otra parte se ha comprobado que avanzada la primavera, la gramínea dominante deja de ser *Digitaria sanguinalis* que es una especie de aparición temprana y es sustituida por *Echinochloa sp.* (Cairus y Beceiro, 1999). Algo similar sucede con la presencia de sida que también es de aparición tardía (Fernandez y Villalba, 2009).

También debe considerarse que el cultivo antecesor fue una cebada de alto rendimiento y por lo tanto existía un elevado volumen de rastrojo en superficie que pudo disminuir la expresión del enmalezamiento.

4.2 EFECTO DEL RASTROJO Y LOS TRATAMIENTOS HERBICIDAS EN EL ENMALEZAMIENTO

- primera determinación (24 dpa).

El ANAVA para la primera determinación detectó efecto de rastrojo ($p < 0,10$), ningún efecto para los tratamientos ($p > 0,10$) pero efecto significativo en la interacción rastrojo por tratamiento ($p = 0,07$).

Cabe aclarar que el enmalezamiento en esta primer determinación estuvo constituido casi exclusivamente por cebada guacha (98% para las parcelas con rastrojo y de 95% para las parcelas sin rastrojo). Por esta razón, los efectos significativos y los resultados de los contrastes estudiados resultaron iguales cuando se estudio la variable cebada y el enmalezamiento total.

Por lo expuesto además, se entendió suficiente presentar únicamente el análisis y la discusión de los resultados obtenidos en la determinación del enmalezamiento de cebada guacha.

Cuadro 2: Infestación de cebada (No. plantas. m^2) según presencia-ausencia de rastrojo en superficie.

Tratamientos	cebada (No. m^2)
C/Rastrojo	191
S/Rastrojo	112

En cuanto al efecto rastrojo en la cebada guacha el resultado obtenido puede considerarse obvio si se tiene en cuenta la metodología que se utilizó en este estudio. El enmalezamiento de cebada guacha fue muy inferior en la parcelas sin rastrojo debido a que en las mismas se retiro mayoritariamente el potencial de infestación de esta especie.

No hubo oportunidad de analizar el efecto rastrojo en otras malezas dado que el aporte de otras especies fue insignificante como se comentara anteriormente.

En la medida en que la interacción resultó significativa se procedió al análisis de los contrastes donde el comportamiento de los preemergentes ensayados (T1, T2, T3, y T4) señaló efectos de control tanto en con como en sin rastrojo.

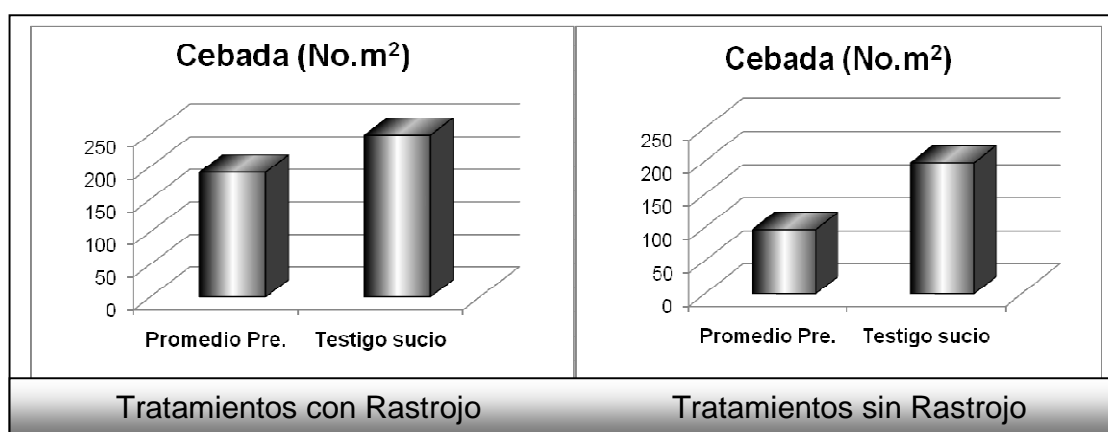


Figura 3: Infestación de cebada (No. cebada.m²) según el promedio de los tratamientos preemergentes en comparación al testigo sucio, en condiciones de presencia y ausencia de rastrojo en superficie.

En las parcelas con rastrojo el control fue de 23%, mientras que en las parcelas sin rastrojo el mismo fue de 52%. La diferencia en la magnitud de los controles puede haber contribuido a la expresión de la interacción detectada en el análisis y está indicando mayores controles con rastrojo retirado. Esto es coincidente con algunos de los reportes de la bibliografía en los que se sostiene que cierta cantidad de los herbicidas puede ser retenido por el rastrojo quedando expuesto a condiciones climáticas adversas que pueden promover su volatilización y/o descomposición por luz y además físicamente separado del suelo reduciendo de esa manera su potencial efectividad.

De cualquier forma importa destacar que en ningún caso se obtuvo un control satisfactorio puesto que sólo 61% de reducción en la población de maleza se considera como un control sólo suficiente según la escala ALAM (Alves, 1974). Según esta escala, los controles alcanzados estuvieron entre ninguno a pobre (23%) y regular (52%), ubicándose cada uno de ellos muy apartados del control objetivo.

El estudio de contrastes señaló además una diferencia significativa en el comportamiento de las dosis de metolaclor, ($p=0,05$).

Cuadro 3: Infestación de cebada (No. plantas.m²) según diferentes dosis de metolaclor, en situaciones de rastrojo ausente.

Tratamiento	Cebada (No. plantas.m ²)
T1 S/R	185 A
T2 S/R	15 B

Valores con diferente letra difieren estadísticamente ($p<0,05$)

Como se observa en el cuadro la densidad en T2 fue importantemente más baja que la evaluada en el T1 indicando respuesta en control al aumento de la dosis de metolaclor. Estos resultados están mostrando que existió un efecto dosis en el resultado de control, alcanzándose un incremento en el control (reducción de cebada) de 85,5 % cuando se utilizó la dosis más alta del herbicida.

Este resultado podría considerarse previsible puesto que en la bibliografía se citan respuestas al incremento de las dosis de metolaclor según condiciones suelo y densidad de gramíneas. Sin embargo la densidad de cebada guacha en el T1 resultó demasiado elevada considerando que es, inclusive, más alta que la determinada en el testigo sucio.

Este tipo de resultados es frecuente cuando se evalúan respuestas en infestaciones de malezas-cultivos guachos, las cuales muestran una elevada heterogeneidad en la distribución a campo.

- segunda determinación (34 dpa).

Las variables analizadas en esta determinación fueron gramíneas totales, dicotiledóneas totales y la suma de ambas conformando el enmalezamiento total. Cebada guacha continuaba siendo el componente predominante de la población de malezas, representando en este momento el 74% del total.

En el procesamiento estadístico, el ANAVA sólo indicó efecto de rastrojo ($p=0,01$) en dicotiledóneas totales y de tratamiento en malezas totales ($p=0,07$).

El enmalezamiento de latifoliadas fue mayor en aquellas situaciones donde no existió rastrojo en superficie en comparación con las que sí presentaban rastrojo (9 vs. 4 plantas.m⁻² respectivamente) resultando una densidad 56% menor en las parcelas con presencia de rastrojo. Dicho comportamiento es esperable ya que como se comentara en la revisión, la presencia de cantidades elevadas de rastrojo en superficie impide la emergencia de malezas en etapas tempranas del cultivo.

El efecto de tratamiento evidenciado en la separación de medias (Tuckey al 10%) diferenció los tratamientos T1, T2, T3 y T4 del testigo sucio, señalando efectos de control en los tratamientos realizados. El mejor control, aún sin presentar diferencias con los restantes tratamientos preemergentes, se obtuvo en el caso del T2 y alcanzó el 86%.

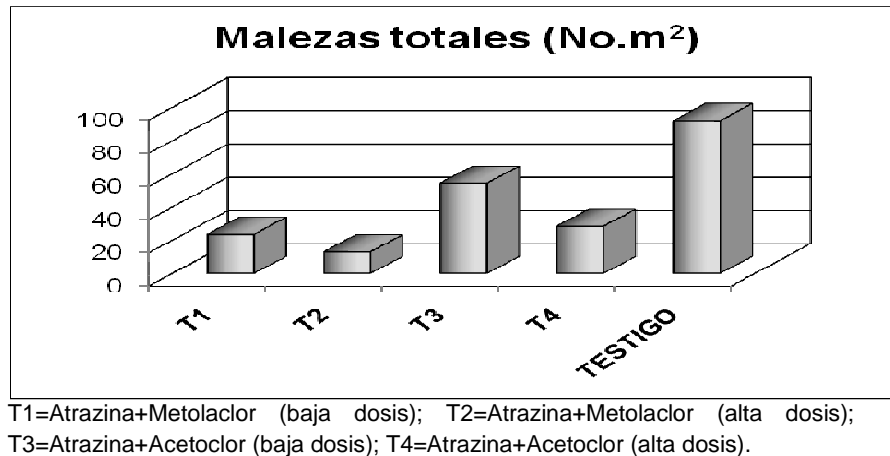


Figura 4: Efecto de control de los tratamientos preemergentes en relación al testigo sucio.

Los niveles de control alcanzados en esta segunda determinación sí mostraron efectividad y pueden ser considerados como buenos. Es posible que en la primera determinación fuera muy temprano para la evaluación de control inclusive que se hayan determinado emergencias que terminaran siendo controladas.

El estudio de los contrastes brindó información adicional. Como era esperable el contraste T1, T2, T3 y T4 vs testigo sucio para la variable malezas totales resultó significativo ($p=0,01$) pero también fue significativo cuando se analizó para gramíneas totales ($p=0,04$) y dicotiledóneas totales ($p=0,01$).

Cuadro 4: Dicotiledóneas totales, gramíneas totales y enmalezamiento total (No. malezas.m²) para los tratamientos preemergentes y para el testigo sucio.

Tratamiento	Gramíneas	Dicotiledóneas	Total
Promedio pre.	23 B	3 B	30 B
Testigo sucio	75 A	17 A	92 A

Valores con diferente letra difieren estadísticamente ($p < 0,05$)

El porcentaje de control promedio para los preemergentes resultó de 70% a nivel del enmalezamiento total y muy similar en gramíneas totales (67%), siendo buenos controles en ambos casos. Estos resultados estarían confirmando actividad de control en ambos componentes, gramíneo y latifolidas logrado en los tratamientos preemergentes ensayados.

También en dicotiledóneas totales se comprobó actividad de control detectándose efecto muy significativo ($p=0,01$) para el contraste entre el promedio de los tratamientos preemergentes (T1, T2, T3, T4) y el testigo sucio (Figura 5). Este resultado es lo esperable en la medida en que las mezclas herbicidas ensayadas tienen actividad de control comprobada al menos en yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*), sida (*Sida rhombifolia*) y verdolaga (*Portulaca oleracea*).

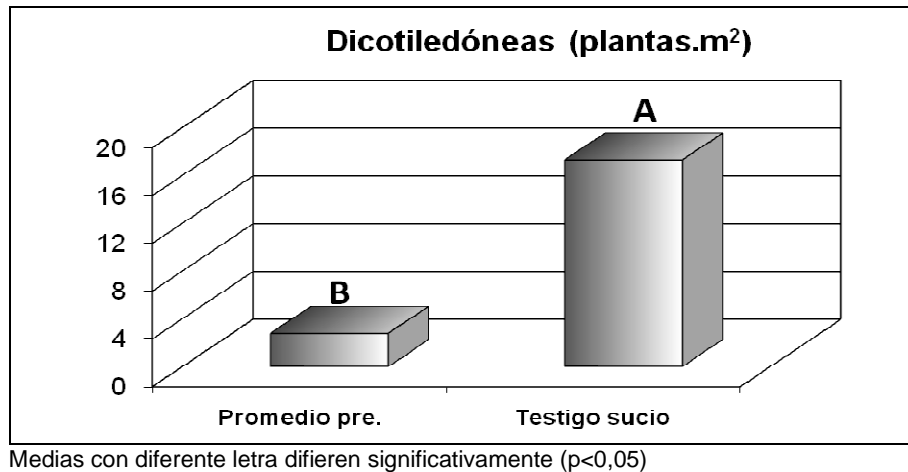


Figura 5: Infestación de dicotiledóneas (No. dico.m²) para el promedio de los tratamientos preemergentes y el testigo sucio.

- tercera determinación (41 dpa).

El ANAVA de las estimaciones a los 41 dpa detectó efectos significativos únicamente para tratamiento ($p=0,042$) en la variable total de malezas.

Aunque el ANAVA señaló efecto de tratamiento la prueba Tukey no logró diferenciar al 5% de probabilidad. Sin embargo en el análisis de contrastes se identificaron algunos efectos previsible.

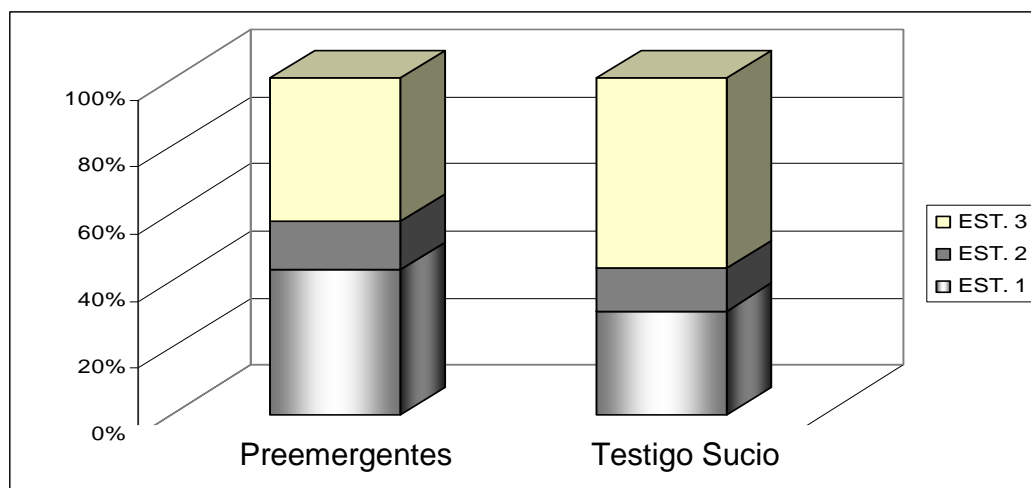
En primer lugar y al igual que ocurriera en las determinaciones anteriores en los tratamientos preemergentes, se observó una disminución del enmalezamiento en relación al testigo.

Cuadro 5: Infestación de malezas (No. malezas.m²) y porcentaje de control para los tratamientos preemergentes respecto al testigo sucio.

Tratamiento	No. malezas.m ²	Control (%)
Prom pre.	30	60
Testigo	74	

El porcentaje de control promedio para los tratamientos preemergentes alcanzó el valor de 60%. Observando la figura que se muestra a continuación en la que se detalla la contribución por grado de desarrollo de las malezas, tanto en el testigo como en los tratamientos preemergentes puede observarse la mayor contribución de emergencias y plantas en estados iniciales (una hoja) en los tratamientos preemergentes.

La disminución en el porcentaje de control estimado en esta determinación en relación a la anterior, podría estar explicada en consideración de lo recientemente mencionado con la pérdida de residualidad de estos tratamientos preemergentes transcurridos 41dpa.



Est. 1= 1 a 3 hojas; Est. 2= 5 a 10 cm de altura; Est. 3= más de 10 cm de altura.

Figura 6: Contribución por grado de desarrollo del enmalezamiento para los tratamientos preemergentes y el testigo sucio.

El estudio de contrastes también señaló diferencias significativas entre el promedio de los preemergentes y el testigo, en el caso de las estimaciones de cebada, gramíneas totales y dicotiledóneas. Los porcentajes de control para estas tres variables resultaron respectivamente de 53%, 59% y 72%. Se destaca una vez más el buen control obtenido en las malezas latifoliadas.

El estudio de contrastes permitió identificar también efecto de la dosis en el caso del acetoclor sin rastrojo.

Por otra parte y al igual que ocurriera con el Metolaclor en la primer determinación, el estudio de contrastes constató un importante diferencia a favor de la más alta dosis ensayada en la que el enmalezamiento fue solo un 15% del estimado en la más baja dosis ($T_3=40$, $T_4=6$ malezas.m²).

- cuarta determinación (52 dpa pre, 11 dpa post).

A partir de esta determinación se eliminó el tratamiento testigo debido que al momento de realizar las aplicaciones postemergentes este tratamiento resultó aplicado por error. Por lo tanto en ésta y en las siguientes determinaciones sólo es posible la comparación entre tratamientos que recibieron aplicaciones de preemergencia, de postemergencia y la combinación de ambas aplicaciones.

En el procesamiento estadístico de los resultados para esta determinación sólo se detectó efecto de rastrojo en el caso de cebada ($p=0,007$), de gramíneas totales ($p=0,017$) y en el total de dicotiledóneas ($p=0,05$).

Al igual que se comentara anteriormente la infestación de gramíneas fue superior en presencia de rastrojo. Lo contrario se observó en el caso del enmalezamiento de dicotiledóneas que en los tratamientos con rastrojo fue sólo un 38% del estimado en los tratamientos sin rastrojo (Figura 7).

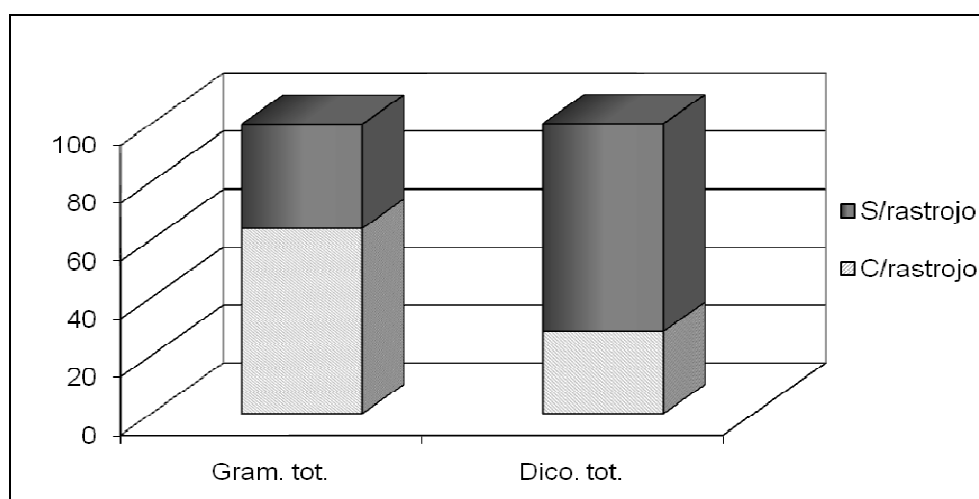


Figura 7: Proporción de malezas gramíneas y dicotiledóneas según tratamiento con rastrojo o sin rastrojo (%).

En cuanto a otros efectos destacados en el análisis estadístico, el único contraste que resultara significativo fue la comparación entre los tratamientos que recibieran una única aplicación (pre o postemergente) y los tratamientos con dos aplicaciones (pre+post) en el caso de malezas totales, dicotiledóneas y gramíneas totales, aunque no fue significativo en el caso de cebada.

Cuadro 6: Gramíneas totales, dicotiledóneas totales y malezas totales (No. malezas.m²), según tratamiento.

Promedio Trat.	Gramíneas	Dicotiledóneas	Total
Pre + Post	2 A	2 A	4 A
Post	9 B	8 B	17 B
Pre	9 B	6 B	15 B

Pre+Post= prom.T5 (T1+Equip) y T6 (T3+Equip); Post = prom T7 (Lightning) y T8 (Equip);
Pre = prom. T1 (Atrazina+Meto.bd), T2(Atrazina+Meto.ad), T3 (Atrazina +Aceto.bd) y T4(Atrazina+Aceto.ad).

Como surge de los datos presentados en el cuadro, las aplicaciones únicas, fueran pre o postemergentes mostraron enmalezamientos muy similares en esta evaluación. En los tratamientos con doble aplicación (T5 y T6) se registraron enmalezamientos menores.

Cabe destacar que no se encontró ninguna diferencia entre principios activos para las opciones de postemergencia ni entre los principios activos de las opciones de preemergencia y sus dosis.

Aún cuando falta analizar si el mejor control logrado con las dobles aplicaciones tuvo impacto en el rendimiento, la información obtenida en esta determinación corrobora algunas de las afirmaciones que figuran en la bibliografía. En el cultivo de maíz, que tiene baja capacidad de interferencia sobre malezas suelen obtenerse respuestas a las dobles aplicaciones.

- quinta determinación (75 dpa pre, 34 dpa post).

Para esta determinación el análisis estadístico solo detectó efecto de rastreo en la infestación de cebada ($p=0,005$) y en malezas totales ($p=0,03$).

Aún cuando tampoco se detectaran efectos en el estudio de contrastes el cálculo de los promedios para las aplicaciones únicas y dobles (cuadro 7) mostró un comportamiento acorde con los resultados obtenidos en la determinación anterior, los promedios de enmalezamientos para las dobles aplicaciones fueron más bajos que los calculados para las aplicaciones únicas.

Cabe recordar que en el análisis estadístico no está incluido el tratamiento testigo por los motivos anteriormente expuestos.

Cuadro 7: Gramíneas totales, dicotiledóneas totales y malezas totales (No. malezas.m²), según tratamiento.

Promedio Trat.	Gramíneas	Dicotiledóneas	Total
Pre + Post	20	8	27
Pre	28	15	44
Post	29	6	35

Pre+Post= prom.T5 (T1+Equip) y T6 (T3+Equip); Post = prom T7 (Lightning) y T8 (Equip);
Pre = prom. T1 (Atrazina+Meto.bd), T2(Atrazina+Meto.ad), T3 (Atrazina +Aceto.bd) y T4(Atrazina+Aceto.ad).

- Sexta determinación (130 dpa pre, 89 dpa post).

En esta determinación, realizada al momento de la cosecha y a mediados del otoño, no se observaron diferencias a nivel del enmalezamiento.

La mayoría de las especies habían completado el ciclo, razón por la cual fue imposible detectar los efectos revelados en las determinaciones anteriores.

4.3 EFECTO DEL RASTROJO Y LOS TRATAMIENTOS HERBICIDAS EN EL CULTIVO

Como se detallara en materiales y métodos, a nivel del cultivo se realizaron estimaciones de altura de planta, diámetro del tallo, largo de la espiga y rendimiento en grano por planta.

Se encontró efecto de rastrojo en el diámetro de tallo y largo de la espiga y de tratamiento en la altura de plantas, largo de la espiga y rendimiento en grano por planta.

En relación al efecto rastrojo tanto el diámetro de tallo como el largo de la espiga resultaron superiores sin rastrojo. Muy posiblemente los menores enmalezamientos gramíneos así como la mayor efectividad de los herbicidas en donde se retiró el rastrojo sean los responsables de estas respuestas en el cultivo.

La altura de planta se vio reducida en los tratamientos que incluyeron Equip y así los contrastes entre los preemergentes (T1, T2, T3 y T4) vs. T5 y T6; pre vs. T8 y también T7 vs. T8 resultaron significativos con $p=0,002$, $p=0,03$ y $p=0,002$ respectivamente (Figura 8).

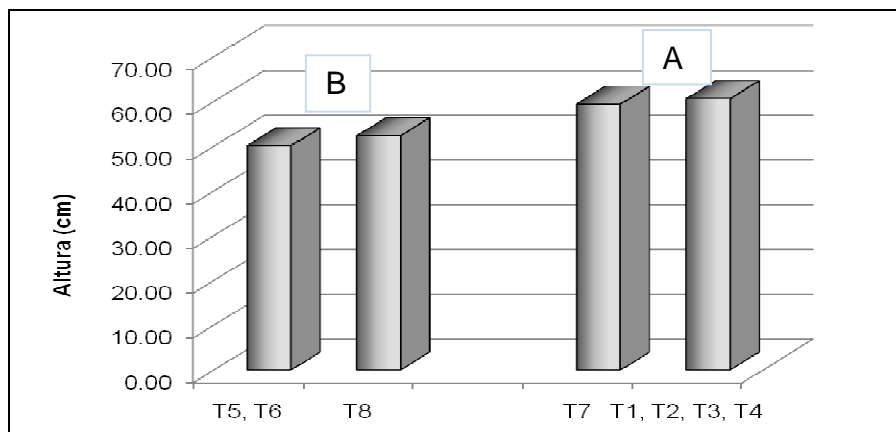


Figura 8: Altura de planta (cm) según tratamiento.

La determinación de la altura de planta no estaba prevista inicialmente y se resolvió después de observarse síntomas de posible daño en estos tratamientos incluyendo el Equip unos 20 a 30 días después de la aplicación.

Las parcelas correspondientes a estos tratamientos se veían afectadas, con menor altura y deformaciones en la base del tallo tal como puede apreciarse en las fotos siguientes (Foto 1 y Foto 2).



Foto 1: Síntomas observados a campo en parcelas tratadas con Equip.



Foto 2: Síntomas observados a campo en parcelas tratadas con Equip.

Los resultados en el caso del largo de la espiga siguieron un patrón similar al comentado en el caso de la altura de plantas resultando el valor más bajo en el tratamiento mezcla de acetoclor y Equip y el mayor en el tratamiento preemergente de metolaclor baja dosis con atrazina (Figura 9).

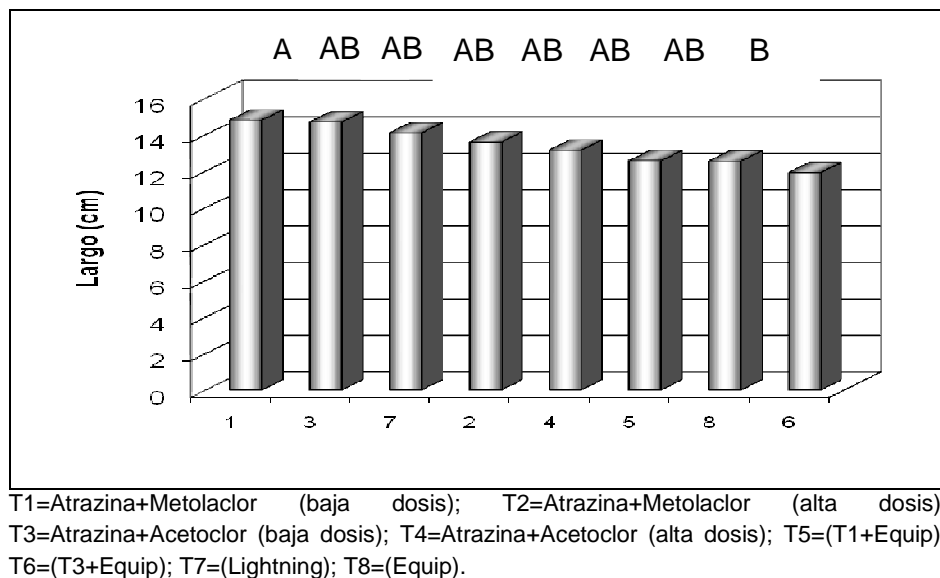


Figura 9: Largo de espiga según tratamiento.

Las diferencias detectadas por el ANAVA en el rendimiento en grano por planta mostró concordancia con los resultados de altura de planta y largo de espiga (Figura 10).

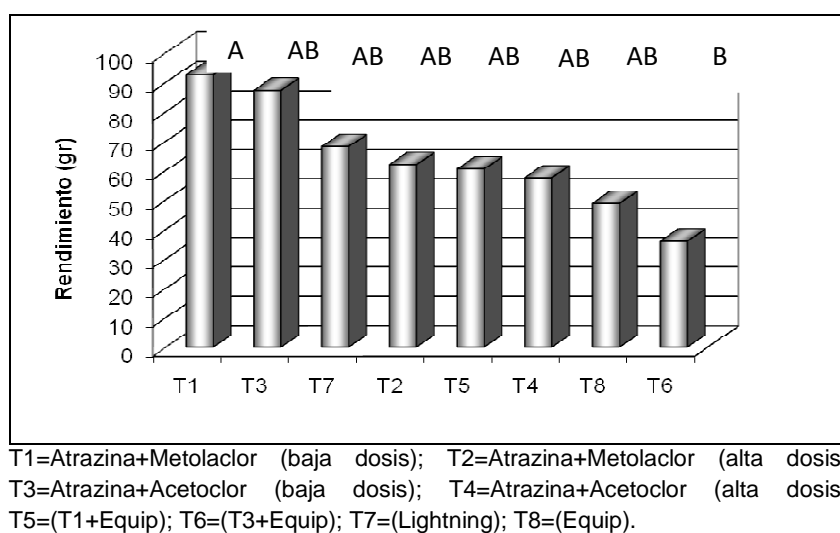


Figura 10: Rendimiento de grano (gramos) por planta según tratamiento.

Como puede observarse también en esta variable el menor rendimiento correspondió al tratamiento T6 y el mejor al tratamiento T1.

Analizando estos resultados y los que se obtuvieron a nivel del enmalezamiento puede observarse que no existe una relación estrecha entre variables de cultivo vinculadas al rendimiento y el control de malezas.

Por el contrario y considerando los resultados de altura y los comentarios que se hicieran en relación al daño observado en los tratamientos con Equip, parecería ser éste el efecto que causó la diferencia entre los tratamientos herbicidas, considerando que no se tuvo el resultado del testigo sin controlar.

A los efectos de profundizar en el análisis del rendimiento se calculó el rendimiento de los distintos tratamientos en referencia al mejor alcanzado (T1).

Cuadro 8: Rendimiento relativo por tratamiento respecto al mejor (T1).

Tratamiento	Rendimiento (%)
T1 Atrazina+Metolaclor (baja dosis)	100
T3 Atrazina+Acetoclor (baja dosis)	94
T7 Lightning	76
T2 Atrazina+Metolaclor (alta dosis)	67
T5 T1+Equip	65
T4 Atrazina+Acetoclor (alta dosis)	62
T8 Equip	53
T6 T3+Equip	39

Las variaciones así analizadas llaman la atención como puede verse el rendimiento en el tratamiento combinando acetoclor y Equip resultó de sólo el 39% del alcanzado en el mejor tratamiento.

Considerando la totalidad de los tratamientos, así como resultados de trabajos de investigación previos podría comentarse que en las variaciones observadas existe una combinación de varios efectos. En primer lugar, y tal como se cita en la bibliografía es corriente que los tratamientos preemergentes determinen mayores rendimientos como consecuencia de la temprana liberación de las interferencias de malezas.

Por otra parte, cuando existen importantes precipitaciones con posterioridad al tratamiento con acetamidas en dosis elevadas, como ocurrió en el presente experimento, pueden ocurrir daños inclusive si la formulación contiene protector (Castellanos y Oscarberro, 2001) y esto explicaría el menor rendimiento de la mezcla (T6), inclusive la significancia del contraste T3 vs. T4 ($p= 0,06$).

5. CONCLUSIONES

La infestación inicial de malezas resultó moderada con cebada guacha como la especie predominante y yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*), escoba dura (*Sida rhombifolia*), capín (*Echinochloa sp.*) y *Tragia volubilis* como malezas secundarias.

Se constató efecto de la presencia de rastrojo en la composición del enmalezamiento y en la actividad de los preemergentes. La infestación de cebada guacha fue mayor en con rastrojo y la de malezas dicotiledóneas en sin rastrojo. La presencia de rastrojo disminuyó la efectividad de los preemergentes.

El promedio de control máximo de los preemergentes se alcanzó a los 34 dpa y fue de 70%, considerado como suficiente.

En la segunda y tercera determinación se constató efecto de la dosis para metolaclor y acetoclor respectivamente, resultando mayores controles con las más altas dosis.

Las dobles aplicaciones (preemergentes+postemergentes) superaron los niveles de control de las aplicaciones únicas (preemergentes o postemergentes).

El rendimiento por planta no mostró relación con el comportamiento de control de los tratamientos estudiados.

Los tratamientos que incluyeron el herbicida Equip presentaron síntomas de daño en cultivo y los menores rendimientos.

6. RESUMEN

El experimento instalado en el establecimiento Santo Domingo, en la localidad de pueblo Esperanza, ubicado a 25 km al NE de la ciudad de Paysandú, tuvo por objetivo evaluar distintas opciones de herbicidas en el control de malezas en un cultivo de maíz de segunda, bajo la modalidad de siembra directa en condiciones de presencia-ausencia de rastrojo. El diseño experimental utilizado fue un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo de parcelas subdivididas en franjas, con tres repeticiones. Las parcelas mayores correspondieron a la presencia-ausencia de rastrojo y las parcelas menores a los tratamientos herbicidas (T1: Atrazina+Metolaclor (1,5kg/ha+1lt/ha i.a); T2: Atrazina+Metolaclor (1,5kg/ha+2lt/ha i.a); T3: Atrazina+Acetoclor (1,5kg/ha+1,5lt/ha i.a); T4: Atrazina+Acetoclor (1,5kg/ha+2,5lt/ha i.a); T5: T1+Equip (T1+120gr/ha pc); T6: T3+Equip (T3+120gr/ha pc); T7: Lightning (114gr/ha pc); T8: Equip (120gr/ha pc); T9: testigo sucio. Las determinaciones consistieron en 6 evaluaciones periódicas de número y desarrollo por especies de maleza presente y las correspondientes a rendimiento final y componentes a nivel del cultivo. La infestación inicial de malezas resultó moderada con cebada guacha como la especie predominante y yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*), escoba dura (*Sida rhombifolia*) y capín (*Echinochloa sp.*) como malezas secundarias. Se constató efecto de la presencia de rastrojo en la composición del enmalezamiento y en la actividad de los preemergentes. La infestación de cebada guacha fue mayor en con rastrojo y la de malezas dicotiledóneas en sin rastrojo. La presencia de rastrojo disminuyó la efectividad de los preemergentes. El promedio de control máximo de los preemergentes se alcanzó a los 34 dpa y fue de 70%, considerando como suficiente. En la segunda y tercera determinación se constató efecto de la dosis para metolaclor y acetoclor respectivamente, resultando mayores controles con las más altas dosis. Las dobles aplicaciones (preemergentes +postemergentes) superaron los niveles de control de las aplicaciones únicas (preemergentes o postemergentes). El rendimiento por planta no mostró relación con el comportamiento de control de los tratamientos estudiados. Los tratamientos que incluyeron el herbicida Equip presentaron síntomas de daño en cultivo y los menores rendimientos. También la dosis alta de acetoclor (Surpass), aún presentando mejores controles que la dosis menor determinó menores rendimientos.

Palabras clave: *Zea mays*; Rastrojo; Herbicidas pre y postemergentes.

7. SUMMARY

The experiment installed in the Santo Domingo establishment, in the locality of Esperanza, located 25 km to the NE of the city of Paysandú, had by objective to evaluate different options of herbicides in the control of weeds in a corn crop, under the modality of direct sowing in conditions with stubble at surface and without stubble at surface. The experimental design used was the design of randomized complete blocks (DBCA), with adjustment of parcels subdivided in strips, with three repetitions. The biggest parcels corresponded to the present-absence of stubble and the smaller parcels to the herbicides treatments (T1: Atrazina+Metolaclor (1,5kg+1lt); T2: Atrazina+Metolaclor (1,5kg+2lt); T3: Atrazina+Acetoclor (1,5kg+1,5lt); T4: Atrazina+Acetoclor (1,5kg+2,5lt); T5: T1+Equip (T1+120gr); T6: T3+Equip (T3+120gr); T7: Lightning (114gr PC); T8: Equip (120gr PC); T9: dirty witness. The determinations consisted in 6 periodic evaluations of the number of weeds species that where present and developments and corresponding to final yield and the components concerning the crop. The initial infestation of weeds was moderate with barley as the predominant species and *Amaranthus quitensis*, *Sida rhombifolia* and *Echinochloa* sp. as secondary weeds. Effect of the presence of stubble in the composition of the enmalezamiento and the activity of the preemergent herbicides where stated. The barley infestation was greater in precence of stubble and the dicotyledonous weeds appear more in non strubble conditions. The presence of stubble decreased the effectiveness of the preemergent herbicides. The average of maximum control of the preemergent was reached in 34 dpa and was of 70%, considering this % as sufficient. In the second and third determination it was respectively stated effects of the dose for metolaclor and acetoclor, being better controls with the highest doses. The double applications (preemergentes+postemergentes) exceeded the levels of control of the unique applications (preemergent or postemergent). The yield by plant did not show relation with the behavior of control of the studied treatments. The treatments that included Equip herbicide presented symptoms of damage in crop and the lower yields. Also the high dose of acetoclor (Surpass), still presenting better controls than the low dose determined minors yields.

Key words: *Zea mayz*; Strubble; Pre and postemergent weed killers.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ADDISCOTT, T.M.; DEXTER, A.R. 1994. Tillage and crop residue management effects on losses of chemicals from soils. *Soil and Tillage Research* (Amsterdam). 30(1): 125-168.
2. ALVES, A. 1974. Método de evaluación para ensayo de control de malezas. Cali, Colombia, Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). 51 p.
3. ARMEL, G.R.; WILSON, H.P.; RICHARDSON, R.J.; HINES, T.E. 2003. Mesotrione, Acetochlor, and Atrazine for weed management in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*. 17:284–290.
4. BANKS, A.P.; ROBINSON, E.L. 1986. Soil reception and activity of acetochlor, alachlor, and metolachlor as affected by wheat (*Triticum aestivum* L.) straw and irrigation. *Weed Science*. 34(3): 607-611.
5. BECEIRO, J.; CAIRUS, E. 1999. Estudios de biología en una comunidad de especies de malezas estivales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 47 p.
6. BUHLER, D.D. 1991. Early preplant atrazina and metolachlor in conservation tillage corn (*Zea mays*). *Weed Technology*. 5: 66-71.
7. _____.1995. Influence of tillage systems on weed population dynamics and management in corn and soybean in the central USA. *Crop Science*. 35:1247–1258.
8. BUNTING, J. A.; SPRAGUE, C. L. y RIECHERS, D. E. 2004b. Corn tolerance as affected by the timing of foramsulfuron applications. *Weed Technology*. 18:757–762.
9. CAREY, J.B.; KELLS, J.J. 1995. Timing of total postemergence herbicide applications to maximize weed control and corn (*Zea mays*) yield. *Weed Technology*. 9:356–361.

10. CASTELLANOS, I. C.; ORCASBERRO, M. S. 2001. Efecto del rastreo y de diferentes tratamientos herbicidas en el rendimiento de maíz (*Zea mays*) en cero laboreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 70 p.
11. CRUTCHFIELD, D.A.; WICKS, G. A.; BURNSIDE, O.C. 1986. Effect of winter wheat straw mulch level on weed control. *Weed Science*. 34:110–114.
12. DOLL, J.; DOERSCH, R.; PROOST, R.; KIVLIN. P. 1992. Reduced herbicide rates; aspect to consider. Madison, University of Wisconsin. Extension. 8 p.
13. FERNÁNDEZ, G. 1996. Dinámica del enmalezamiento en siembra directa. In: Seminario de Actualización Técnica sobre Manejo de Malezas (2º, 1996, Colonia, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 25-32 (Serie Técnica no. 56).
14. _____.; VILLALBA, J. 2009. Cambios en los enmalezamientos y necesidades de cambios en los manejos. In: Simposio Nacional de Agricultura de Secano (1º, 2009, Paysandú). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 161-178.
15. FERRAZ, P. M.; PEREZ, J. A. 1999. Evaluación de diferentes manejos de rastreo de trigo (*Triticum aestivum*) en la eficiencia de control de malezas con herbicidas pre y postemergentes en Girasol en siembra directa y su impacto en el rendimiento. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 100 p.
16. FLECK, N.G.; MENGARDA, I.P.; PINTO, J.J.O. 1989. Interferência de plantas daninhas na cultura de girassol. *Competição no tempo*. Pesquisa Agropecuária Brasileira (Brasília). 24(9): 1139-1147.
17. _____.; RIZZARD, M.A.; VIDAL, R.A.; MEROTTO, A.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT, A.A. 2002. Período crítico para controle de *Brachiaria plantaginea* em função de épocas de

semeadura da soja após dessecação da cobertura vegetal. *Planta Daninha*. 20:53-62.

18. FUSCALDO, F.; BEDMAR, F.; MONTERUBBIANESI, G. 1999. Persistence of atrazine, metribuzin and simazine herbicides in two soils. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* (Brasília). 34(11): 2037-2044.
19. GHADIRI, H.; SHEA, P. J.; WICKS, G.A. 1984. Interception and retention of atrazine by wheat stubble. *Weed Science*. 32:24–27.
20. GOWER, S. A.; LOUX, M.M.; CARDINA, J.; HARRISON, S.K. 2002. Effect of planting date, residual herbicide, and postemergence application timing on weed corn and grain yield in glyphosate-tolerant corn (*Zea mays*). *Weed Technology*. 16:488–494.
21. GRIFFITH, D.R.; MANNERING, J.V.; BOX, J.E. 1986. Soil and moisture management with reduced tillage. In: Sprague, M.A.; Triplett, G.B. eds. *No-tillage and surface tillage agriculture*. New York, Wiley. pp. 19–58.
22. HAAN, R.L.; WYSE, D.L.; EHLKE, N.J.; MAXWELL, B.D.; PUTNAM, D.H. 1994. Simulation of springseeded mother plants for weed control in corn (*Zea mays*). *Weed Science*. 42(1):35-43.
23. HAIRSTON, J.E.; STANFORD, J.O.; HATES, J.C.; REINSCHMIEDT, L.L. 1984. Crop yield, soil erosion, and net returns from five tillage systems in the Mississippi Blackland Prairie. *Journal of Soil Water Conservation*. 39:391–395.
24. HALL, M.R.; SWANTON, C.J.; ANDERSON, G.W. 1992. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). *Weed Science*. 40(3):441-447.

25. HEAP, I. 2002. Herbicide resistant weeds. (en línea). s.l., Weed Science Society of America. 186 p. Consultado 18 feb. 2011. Disponible en <http://www.weedscience.org/contact/ContactDisplay.asp?lstLastName=H&btnSubmit1=Go&lstCountry=&lstState=>
26. HILDEBRAND, P.E. 1990. Agronomy's role in sustainable agriculture; integrated farming systems. *Journal of Production Agriculture*. 3:285–288.
27. ISENSEE, A.R.; SADEGHI, A.M. 1994. Effects of tillage and rainfall on atrazine residue levels in soil. *Weed Science*. 42:462–467.
28. JOHNSON, M.D.; WYSE, D.L.; LUESCHEN, W.E. 1989. The influence of herbicide formulation on weeds control in four tillage systems. *Weed Science*. 37:174-183.
29. JOHNSON, W.G.; DILBECK, J.S.; DEFELICE, M.S.; KENDIG, J.A. 1998. Weed control with reduced rates of chlorimuron plus metribuzin and imazethapyr in no-till narrow-row soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*. 12: 32–36.
30. ———.; BRADLEY P. R.; HART S. E.; BEUSINGER M. L.; MASSEY, R. E. 2000. Efficacy and economics of weed management in glyphosate-resistant corn (*Zea mays*). *Weed Technology*. 14:57–65.
31. KAPUSTA, G.; KRAUSZ, R.F.; KHAN, M.; MATTHEWS, J.L. 1994. Effect of nicosulfuron rate, adjuvant , and weed size on annual weed control in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*. 8:696-702.
32. KLASSEN, P. 1991. Conservation tillage still on the rise. *Farm Chemical*. 154:49.
33. EVANON, D.; CODLING, E.E.; MEISINGER, J.J.; STARR, J.L. 1993. Mobility of agrochemicals through soil from two tillage systems. *Journal Environmental Quality (Madison)*. 22(1):155-161.

34. LOCKE, M.A.; BRYSON, C.T. 1997. Herbicide-soil interactions in reduced tillage and plant residue management systems. *Weed Science* 45:307-320.
35. LÓPEZ-OVEJERO, R. F. 2003. Seletividade de herbicidas para a cultura de milho (*Zea mays*) aplicados em diferentes estádios fenológicos da cultura. *Planta Daninha*. 21:413-419.
36. MEROTTO, J.R.A.; PITELLI, R.A.; VIDAL, R.A.; FLECK, N.G.; SCHUMM, K.C. 2000. Redução da interferência de *Brachiaria Plantaginea* (link) Hitch. em milho através de capinas e aplicação de herbicidas em diferentes épocas. *Planta Daninha*. 18(3):471-477.
37. MONDON, M.; OYENAR, J.R. 1998. Efecto de herbicidas preemergentes en siembra directa de cultivos de verano con diferentes volúmenes de rastrojo y niveles de precipitación. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 59 p.
38. MUNDSTOCK, C.M.; SILVA, P.R.F. 1987. Manejo da cultura do milho. Porto Alegre, Universidade do Rio Grande do Sul. 76 p.
39. MYERS, M. W.; CURRAN, W. S.; VANGESSEL, M. J.; MAJEK, B. A.; SCOTT, B. A.; MORTENSEN, D. A.; CALVIN, D. D.; KARSTEN, H. D. y ROTH, G. W. 2005. The effect of weed density and application timing on weed control and corn grain yield. *Weed Technology*. 19:102–107.
40. PITELLI, R. A. 1984. Eficácia do herbicida acetochlor na semeadura direta e convencional com ou sem palha e os efeitos sobre o rendimento do milho. *Ciência Rural* (Santa Maria). 34(2): 351-356.
41. _____.1985. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. *Informe Agropecuário* (Belo Horizonte). 11(129):16-27.
42. _____.1998. Plantas daninhas n sistema plantio direto de culturas anuais. *Revista Plantio Direto*. (47):13-18.

43. RABAEY, T. L.; HARVEY, R. G. 1997. Sequential applications control woolly cupgrass (*Eriochloa villosa*) and wild-proso millet (*Panicum miliaceum*) in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*. 11:537–554.
44. REDDY, K.N.; ZABLOTOWICZ, R.M.; LOCKE, M.A. 1995. Chlorimuron adsorption, desorption, and degradation in soils from conventional tillage and no-tillage systems. *Journal Environmental Quality* (Madison). 24(2): 760-767.
45. REGANOLD, J.P.; PAPENDICK, R.I.; PARR, J.F. 1990. Sustainable agriculture. *Science Ambient*. 262:112–120.
46. RIOS, A.; JIMÉNEZ, A. 1982. Control de malezas en Uruguay. In: Jornada de Cultivos de Verano (1º, 1982, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Colonia, CIAAB. s.p.
47. RIZZARDI, M.A.; SILVA, L.F.; VARGAS, L. 2006. Controle de plantas daninhas em milho em função de quantidades de palha de nabo forrageiro. *Planta Daninha*. 10(2): p.irr.
48. RODRIGUEZ J. I. 2010. Manejo integrado de *Sida rhombifolia* en Sorgo granífero. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 59 p.
49. ROSSI, I. H.; OSUNA, J. A.; ALVES, P.L.C.A.; BEZUTTE, A.J. 1996. Interferência das plantas daninhas sobre algumas características agronômicas e a produtividade de sete cultivares de milho. *Planta Daninha*. 14(2): 134-148.
50. RUEDELL, J. 1991. Cultura do milho; indicações técnicas para o Rio Grande do Sul. Cruz Alta, Fundacep-Fecotrigo. 102 p.
51. RYAN, G. F. 1970. Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. *Weed Science*. 18:614–616.

52. SALES, J. L. 1991. Determinação dos períodos de interferência e integração de práticas culturais com herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.). Tese Doutorado em Fitotecnia. Piracicaba, SP, Brasil. USP. ESALQ. Curso de Pósgraduação em Agronomia. 151 p.
53. SHELBY, P.P., Jr.; COFFEY, D.L.; RHODES, G.N., Jr.; JEFFERY, L.S. 1988. Tomato production and weed control in no-tillage versus conventional tillage. *Journal of American Society Horticulture Science*. 113:675–678.
54. SINGH, M.; SAXENA, M.C.; ABU-IRMAILEH, B.E.; AL-THAHABI, S.A.; HADDAD, N.I. 1996. Estimation of critical period of weed control. *Weed Science*. 44(2): 273-283.
55. SPADER, V.; VIDAL, R.A. 2000. Eficácia de herbicidas graminicidas aplicados em pré-emergência no sistema de semeadura direta do milho. *Planta Daninha*. 18(2): 373-380.
56. SWANTON, C.J.; WEISE, S.F. 1991. Integrated weed management; the rationale and approach. *Weed Technology*. 5:657-663.
57. TAPIA, L. S.; BAUMAN, T. T.; HARVEY, R. G. 1997. Postemergence herbicide application timing effects on annual grass control and corn (*Zea mays*) grain yield. *Weed Science*. 45:138–143.
58. TAYLOR-LOVELL, S.; WAX, L.M. 2001. Weed control in field corn (*Zea mays*) with RPA 201772 combinations with Atrazine and S-Metolachlor. *Weed Technology*. 15:249–256.
59. TEASDALE, J.R.; BESTE, C.E.; POTTS, W.E. 1991. Response of weeds to tillage and cover crop residue. *Weed Science*. 39:195-199.

60. _____.; SHELTON, D.R.; SADEGHI, A.M.; ISENSEE, A.R. 2003. Influence of hairy vetch residue on atrazine and metolachlor soil solution concentration and weed emergence. *Weed Science*. 51:628–634.
61. THARP, B.E.; KELLS, J. J.; BAUMAN, T. T.; HARVEY, R. G.; JOHNSON, W. G.; LOUX, M. M.; MARTIN, A. R.; MAXWELL, D. J.; OWEN, M. D. K.; REGEHR, D. L.; WARNKE, J. E.; WILSON, R. G.; WRAGE, L. J.; YOUNG, B. G.; DALLEY, C. D. 2004. Assessment of weed control strategies for corn in the North-Central United States. *Weed Technology*. 18:203–210.
62. TOLLENAAR, M.; DIBO, A.A.; AGUILERA, A.; WEISE, S.F.; SWANTON, C.J. 1994. Effect of crop density on weed interference in maize. *Agronomy*. 86:591-595.
63. TROTTER, D. M.; BARIL, A.; WONG, M. P.; KENT, R. A. 1990. Canadian water quality guidelines for atrazine. Ottawa, Inland Waters Directorate. 106 p. (Environment Canada Scientific Series no. 168).
64. VAN WYCHEN, L. R.; HARVEY, R. G.; VANGESSEL, M. J.; RABAEY, T. L.; BACH, J. D. 1999. Efficacy and crop response to glufosinate-based weed management in PAT-transformed sweet corn (*Zea mays*). *Weed Technology*. 13:104–111.
65. VIDAL, R. A. 1997. Herbicidas; mecanismos de acción y resistencia de plantas. Porto Alegre, Brasil, UFRGS. Biblioteca sectorial Facultad de Agronomía. p. irr.
66. WEISS FERRI, M.V.; VIDAL, R. A. 2002. Eficácia do herbicida acetochlor na semeadura direta e convencional com ou sem palha e os efeitos sobre o rendimento do milho. *Ciência Rural* (Santa Maria). 34(2):351-356.
67. WHALEY, C. M.; ARMEL, G. R.; WILSON, H. P.; HINES, T. E. 2009. Evaluation of S-Metolachlor and S-Metolachlor plus Atrazine mixtures with mesotrione for broadleaf weed control in corn. *Weed Technology*. 23:193–196.

68. WICKS, G.A.; CRUTCHFIELD, D.A.; BURNSIDE, O. C. 1994. Influencia del rastrojo de trigo y metolachlor en Maíz. *Weed Science*. 42: 141-147.
69. WILCOX-LEE, D.; DROST, D.T. 1991. Tillage reduces yield and crown, fern, and bud growth in a mature asparagus planting. *Journal of American Society of Horticulture Science*. 116:937–941.
70. WOODYARD, A.J.; HUGIE, J.A.; RIECHERS, D.E. 2009. Interactions of mesotrione and atrazine in two weed species with different mechanisms for atrazine resistance. *Weed Science*. 57:369–378.