



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DE HERBICIDAS PREEMERGENTES
EN SIEMBRA DIRECTA DE CULTIVOS DE
VERANO CON DIFERENTES VOLÚMENES DE
RASTROJO Y NIVELES DE PRECIPITACIÓN.

por

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPART. INSTIT. DE
DOCUMENTACIÓN Y
BIBLIOTECA

Mireille MONDON DAVYT
Julio Rafael OYENARD DI LORENZO

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.
(Orientación Agrícola-Lechera).

MONTEVIDEO
URUGUAY
1998

Tesis aprobada por:

Director:-----

Ing. Agr. (M.Sc., Dr) Amalia Rios

Ing. Agr. Grisel Fernández.

Ing. Agr. Daniel Bayce

Fecha: -----

Autor: -----

Mireille Mondon Davyt

Julio Rafael Oyenard Di Lorenzo

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias por el amor y apoyo de siempre.

A Amalia por su cariño y dedicación que permitieron nuestra formación profesional y humana.

Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Estación Experimental La Estanzuela, por permitir la realización de este trabajo.

A Nicolás Faggi y a todo el personal del Proyecto de Malezas por su colaboración en las distintas tareas.

Al ingeniero Francisco Formoso por los valiosos aportes realizados a este trabajo.

A Graciela Vila y Alejandra Díaz, por su ayuda en la búsqueda de información bibliográfica.

A nuestros amigos y a todos aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en la realización de esta tesis.

TABLA DE CONTENIDOS

	<u>Páginas</u>
PAGINA DE APROBACIÓN	I I
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	IV
<u>1. INTRODUCCION</u>	1
<u>2. REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	2
<u>2.1 CARACTERÍSTICAS AFECTADAS POR EL RASTROJO</u>	2
<u>2.1.1. Control de la erosión</u>	2
2.1.1.1. Importancia.....	2
2.1.1.2. Efecto del volumen del rastrojo.....	2
<u>2.1.2. Balance de radiación</u>	3
2.1.2.1. Importancia.....	3
2.1.2.2. Efecto del volumen del rastrojo.....	3
2.1.2.3. Efecto de la arquitectura del rastrojo.....	4
<u>2.1.3. Dinámica del agua</u>	5
2.1.3.1. Importancia.....	5
2.1.3.2. Ganancia de agua del suelo.....	6
2.1.3.3. Pérdida de agua del suelo.....	6
<u>2.1.4. Actividad microbiana</u>	8
2.1.4.1. Importancia.....	8
2.1.4.2. Efecto del volumen del rastrojo.....	8
<u>2.1.5. Propiedades físicas</u>	8
2.1.5.1 Importancia.....	8
2.1.5.2 Efecto del volumen del rastrojo.....	9
<u>2.1.6. Dinámica del enmalezamiento</u>	9
2.1.6.1 Importancia.....	9
2.1.6.2 Efecto del volumen del rastrojo.....	10
<u>2.1.7. Alelopatía</u>	11

2.2 CONTROL QUÍMICO.....	12
2.2.1. <u>Consideraciones generales</u>	12
2.2.2. <u>Intercepción y retención de los herbicidas por el rastrojo</u>	13
2.2.3. <u>Procesos de pérdidas</u>	14
2.2.3.1 Volatilización y Fotodescomposición	14
2.2.3.2 Esgurrimiento y Lixiviación.....	15
2.2.3.3 Degradación	16
2.2.4. <u>Persistencia</u>	17
2.3 PRECIPITACIÓN.....	17
2.3.1. Volumen y momento de la precipitación.....	17
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	19
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	24
4.1 CONTROL DE GRAMÍNEAS.....	25
4.1.1. <i>Digitaria sanguinalis</i>	25
4.1.1.1. Efecto del rastrojo.....	25
4.1.1.2. Efecto de los herbicidas.....	27
4.1.1.3. Efecto de la precipitación.....	30
4.1.2. <i>Echinochloa crusgalli</i>	30
4.1.2.1. Efecto del rastrojo.....	30
4.1.2.2. Efecto de los herbicidas.....	32
4.1.2.3. Efecto de la precipitación.....	35
4.2 CONTROL EN LATIFOLIADAS.....	35
4.2.1 <i>Portulaca oleracea</i>	35
4.2.1.1. <i>P. oleracea</i> en la línea.....	35
4.2.1.2. <i>P. oleracea</i> en la entre línea.....	37
4.2.2 <i>Raphanus spp.</i>	40
5. <u>CONCLUSIONES</u>	45
6. <u>RESUMEN</u>	46
7. <u>SUMMARY</u>	48
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	50

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro N°		Página
1	Herbicidas recomendados para el control de malezas en girasol.....	13
2	Características físicas y químicas del suelo de los 20 primeros cm.....	19
3	Tratamientos químicos realizados en el experimento.....	19
4	Condiciones climáticas al momento de las aplicaciones. La Estanzuela, 1997.....	21
5	Escala utilizada para el control de las especies presentes.....	23

Figura N°	Página
1	Temperaturas medias mensuales y promedio histórico INIA La Estanzuela, 1997.....22
2	Precipitaciones diarias de enero 1997 INIA La Estanzuela.....22
3	Efecto del rastrojo en la intercepción de la aspersión.....24
4	Índice de control en <i>D.sanguinalis</i> en los diferentes volúmenes de rastrojo para los testigos sin herbicida, a los 30 días.....26
5	Porcentaje de control en <i>D.sanguinalis</i> para la media de los tratamientos químicos y los testigos sin herbicida, a los 60 días.....27
6	Índice de control en <i>D.sanguinalis</i> en los diferentes tratamientos químicos, a los 30 días.....28
7	Porcentaje de control de los diferentes tratamientos químicos en <i>D.sanguinalis</i> , a los 60 días.....29
8	Porcentaje de control de los rastrojos en <i>D.sanguinalis</i> en la media de los tratamientos químicos y en los testigos sin herbicida, a los 60 días.....30
9	Efecto de los volúmenes de rastrojo en la emergencia de <i>E.crusgalli</i> en los testigos sin herbicida, a los 30 días.....31
10	Porcentaje de control de los rastrojos en <i>E.crusgalli</i> para la media de los tratamientos químicos y los testigos sin herbicida, a los 60 días.....32
11	Índice de control en <i>E.crusgalli</i> en los diferentes tratamientos químicos, a los 30 días.....32

12	Porcentaje de control de los diferentes tratamientos químicos en <i>E. crusgalli</i> , a los 60 días.....	33
13	Porcentaje de control de los diferentes tratamientos químicos en <i>E. crusgalli</i> , para 0 kg/ha de rastrojo, a los 60 días.....	34
14	Porcentaje de control de los diferentes tratamientos químicos en <i>E. crusgalli</i> , para 2000 kg/ha de rastrojo, a los 60 días.....	34
15	Porcentaje de control de los diferentes tratamientos químicos en <i>E. crusgalli</i> , para 4000 kg/ha de rastrojo, a los 60 días.....	34
16	Índice de control en <i>P. oleracea</i> para los diferentes volúmenes de rastrojo en los testigos sin herbicida, en la línea, a los 30 días.....	36
17	Índice de control en <i>P. oleracea</i> en la línea y en la entre línea para los testigos sin herbicida, a los 30 días.....	36
18	Índice de control en <i>P. oleracea</i> en los diferentes tratamientos químicos, en la línea, a los 30 días.....	37
19	Índice de control en <i>P. oleracea</i> para los diferentes herbicidas en 0 kg/ha de rastrojo, en la entre línea a los 30 días.....	38
20	Índice de control en <i>P. oleracea</i> para los diferentes herbicidas en 2000 kg/ha de rastrojo, en la entre línea a los 30 días.....	38
21	Índice de control en <i>P. oleracea</i> para los diferentes herbicidas en 4000 kg/ha de rastrojo, en la entre línea a los 30 días.....	38
22	Porcentaje de control de los rastrojos en <i>P. oleracea</i> para la media de los tratamientos químicos y los testigos sin herbicida, a los 60 días.....	39
23	Porcentaje de control en <i>P. oleracea</i> para los diferentes tratamientos químicos, a los 60 días.....	40
24	Índice de control en <i>Raphanus spp</i> en los diferentes volúmenes de rastrojo para los testigos sin herbicida, a los 30 días.....	41

25	Índice de control en <i>Raphanus spp</i> para los diferentes tratamientos químicos, a los 30 días.....	41
26	Porcentaje de control de los diferentes tratamientos químicos en <i>Raphanus spp.</i> para 0 kg/ha de rastrojo, a los 60 días.....	43
27	Porcentaje de control de los diferentes tratamientos químicos en <i>Raphanus spp.</i> para 2000 kg/ha de rastrojo, a los 60 días.....	43
28	Porcentaje de control de los diferentes tratamientos químicos en <i>Raphanus spp.</i> para 4000 kg/ha de rastrojo, a los 60 días.....	43

1. INTRODUCCIÓN

En el Uruguay en los últimos años, la siembra directa de cultivos de segunda ha tenido una expansión creciente, ocupando actualmente más del 50% del área. En la adopción de esta tecnología han incidido factores como el aumento de la erosión de los suelos, la disponibilidad de maquinaria especializada y de herbicidas de bajo costo, la disminución del periodo entre cosecha y siembra y la reducción de los costos de producción, que posibilitan una mayor intensificación agrícola.

En los sistemas de siembra directa los residuos de cultivos presentes en la superficie del suelo modifican el tipo de radiación que llega a éste, su temperatura, la dinámica del agua y nutrientes, alteran la comunidad de malezas en relación a la presente en situaciones con laboreo convencional.

La presencia de los residuos interceptando la luz solar determina que muchas especies de malezas no germinen en esas condiciones. La radiación solar tiene un rol fundamental en la germinación de las semillas (Egley, 1986) y es uno de los principales factores determinantes en la dormancia de las mismas (Fenner, 1992).

Esta condición ecofisiológica permite la sobrevivencia de especies de semilla pequeña que no tienen capacidad de sobrevivir en condiciones de competencia o sea que no germinan cuando existe una cobertura vegetal que condiciona la implantación y sobrevivencia de las plántulas (Ríos & Giménez, 1992). Si el efecto sombra aportado por el residuo superficial inhibe la germinación y sobrevivencia de las malezas durante el periodo crítico de competencia del cultivo la aplicación de herbicidas residuales no sería necesaria.

Asimismo la eficiencia de los herbicidas residuales puede ser alterada por la presencia de los residuos que interceptan y retienen parte de la dosis aplicada. En consecuencia el tipo de rastrojo, su distribución y cantidad interfieren en la llegada de los herbicidas al suelo produciendo efectos diferenciales que afectan el control de las malezas.

El movimiento de los productos a través de los restos del cultivo dependerá entonces de la ocurrencia de lluvias posteriores a la aplicación que remuevan los herbicidas hacia el suelo (Ghadiri *et.al.*, 1984).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de diferentes volúmenes de rastrojo y niveles de precipitación en la eficiencia de control de herbicidas preemergentes para siembra directa de cultivos de verano.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS AFECTADAS POR EL RASTROJO

2.1.1 Control de la erosión

2.1.1.1 Importancia

En los sistemas de siembra directa el manejo de los residuos de las cosechas es esencial para la protección de los recursos naturales como agua y suelo (Langdale *et al.*, 1983), a los efectos de controlar el escurrimiento y disminuir el riesgo de erosión (Mannering & Meyer, 1963). Los residuos en superficie protegen al suelo al absorber el impacto de las gotas de lluvia, disminuyendo el desplazamiento de partículas, y el encostramiento al evitar el sellado de los macroporos en superficie (Langdale *et al.*, 1991; Fla *et al.*, 1992).

2.1.1.2 Efecto del volumen del rastrojo

En muchas regiones la razón principal para la promoción y adopción de la tecnología de siembra directa es el control de la erosión del suelo (Lindwall *et al.*, 1994).

Este efecto estaría principalmente determinando la reducción del escurrimiento superficial aumentando la infiltración a través del perfil del suelo. Esta respuesta está asociada al área cubierta por los residuos. Es así que volúmenes de rastrojo de 1000, 2000, 4000 kg MS/ha preservaron la estructura del suelo evitando encostramiento, (Mannering & Meyer, 1963). Schertz (1988) por su parte destaca que la presencia de un 30% de residuos en superficie disminuye un 50% la erosión cólica e hídrica en comparación a un suelo sin cobertura.

Similares resultados fueron destacados por Kenimer *et al.* (1987) quienes determinaron reducciones en las pérdidas de suelo del 98% en siembra directa en comparación con laboreo convencional.

En un suelo con 4% de pendiente la presencia de 5000 kg MS/ha de paja de trigo que proporciona una cobertura del 86% reduce la erosión en un 96%, dependiendo del tiempo en que el rastrojo persiste en superficie (Lindwall *et al.*, 1994). En general la bibliografía es consistente en señalar que la presencia de residuos tiene un mayor efecto en reducir la erosión que el escurrimiento (Steiner, 1994)

2.1.2 Balance de radiación

2.1.2.1 Importancia

Los residuos en superficie actúan como aislante térmico (Gupta *et al.*, 1981), reduciendo la tasa de intercambio de calor entre el suelo y la atmósfera; aumentando el albedo (reflectividad de la luz) de la superficie (Enz *et al.*, 1988) y atenuando la velocidad del viento en la misma (Smika, 1983). También influyen en la disponibilidad de nutrientes, poblaciones de insectos, dinámica de malezas y degradación de herbicidas (Gupta *et al.*, 1984).

En cultivos de invierno estos efectos interactuando con la humedad del suelo afectan la germinación, la emergencia y su establecimiento. El enlenteciendo en su implantación determina mayor tiempo de exposición a plagas, enfermedades y enmalezamientos, resultando en cultivos de escaso vigor inicial y poco competitivos.

En cultivos de verano, como girasol de segunda, Condón *et al.* (1995) observaron mejor implantación con rastrojo en superficie que sin rastrojo. Con rastrojo en superficie el cultivo se implantó mejor que con rastrojo en pie, no detectándose diferencias con la quema, ni con el laboreo. Posiblemente las altas temperaturas registradas determinaron menor implantación en éstas dos situaciones.

2.1.2.2 Efecto del volumen del rastrojo

Los factores que influyen en la temperatura del suelo son radiación, precipitación, humedad del suelo, temperatura del aire, evaporación, textura, estructura, color y conductividad térmica, aspecto de la superficie, tipo y cantidad de cobertura del suelo, siendo todos estos factores afectados por los rastrojos dejados en superficie (Unger, 1978, 1988).

El régimen de temperatura del suelo bajo rastrojo es diferente de aquel de suelo desnudo, (McCalla & Army, 1961) las temperaturas frecuentemente son mas bajas con rastrojo en superficie, debido a que reciben la mayor parte de la radiación directa y reflejan mas, actuando los residuos como capa aislante. El rastrojo se caracteriza además por su bajo calor específico y conductividad térmica, transmitiendo menor calor al suelo y disminuyendo la evaporación con lo cual el suelo permanece más húmedo, aumentando su calor específico (Unger, 1988).

Al aumentar el volumen de rastrojo disminuye la cantidad de radiación incidente que puede alcanzar la superficie del suelo (Tanner & Shen, 1990; Shen & Tanner, 1990).

En condiciones de clima templado una tonelada de rastrojo de cultivo de invierno en superficie disminuye la temperatura promedio del suelo a 10 cm de profundidad en 0.15 a 0.3 °C (Allmaras *et al.* 1973, citado por Condón *et al.*, 1995). El rastrojo en superficie actúa principalmente disminuyendo la temperatura máxima, no las temperaturas mínimas del suelo, por lo que la acumulación de temperatura es menor (Fortin & Pierce, 1991).

En experimentos realizados en Tacuarembó de siembra directa y laboreo convencional se determinaron diferencias de 4°C en las temperaturas máximas alcanzadas a nivel del suelo al aumentar los volúmenes de rastrojo. (Pérez & García, 1993), entretanto en Mercedes la diferencia fue de 2 °C (Barreiro & Mazzilli, 1994). Similares resultados fueron obtenidos por Fortin & Pierce (1993) donde en laboreo convencional se determinaron temperaturas superiores a 19 °C, mientras que con residuos en superficie la temperatura fue inferior a 16 °C.

El contenido de humedad del rastrojo afecta la temperatura del suelo. Cuando éste es alto, una importante proporción de la radiación incidente es utilizada para evaporar agua, y no para calentar el suelo (Martino, 1997).

2.1.2.3 Efecto de la arquitectura del rastrojo

La arquitectura y la distribución espacial del rastrojo puede ser modificada mediante la altura de corte, el picado y la distribución de los residuos, afectando principalmente la cantidad de energía que llega al suelo, la tasa de evaporación, y también la posterior tarea de siembra. La distribución uniforme de la paja y el casullo es esencial para facilitar las operaciones de las sembradoras, acelerar la descomposición de los rastrojos facilitando la siembra, reducir el inóculo de enfermedades, y mejorar la efectividad de los herbicidas (Martino, 1997).

Los suelos con rastrojo en pie o vertical se calientan más rápido que los suelos con rastrojos en superficie u horizontal, y estos últimos pierden menos calor durante la noche por lo cual es menor su amplitud térmica. (Fortin & Hamill, 1994). Sin embargo, Condón *et al.* (1995), no determinaron diferencias en temperatura máxima entre el rastrojo en pie (41,3 °C) y en superficie (40,8 °C).

El rastrojo presente en forma vertical u horizontal, puede tener algún efecto en los componentes del balance de la energía. La mayor radiación que ingresa es mas reflejada por el rastrojo vertical que por el rastrojo horizontal en la mañana temprana y a últimas horas de la tarde. Estas diferencias son mas perceptibles bajo condiciones secas que bajo condiciones húmedas. Es así que cuando el suelo esta húmedo en el rastrojo vertical hay mayor pérdida de calor en la noche que en el rastrojo horizontal pero lo inverso ocurre bajo condiciones secas. Asimismo el rastrojo vertical mostró un mayor flujo de calor en días mas largos que el rastrojo horizontal (Bristow 1988 citado por Horton *et al.*, 1994)

Todas estas variaciones están determinadas por la manera en que la radiación es interceptada y transmitida por las diferentes superficies. Sin embargo, en un corto periodo de tiempo, la presencia de cobertura de rastrojo es mas importante que la arquitectura del rastrojo en el establecimiento del cultivo (Horton *et al.*, 1994).

2.1.3 Dinámica del agua

2.1.3.1 Importancia

La humedad del suelo tiene gran importancia por su incidencia en la implantación, desarrollo y rendimiento de los cultivos, ya que el suelo es el reservorio de agua para los periodos de déficit hídrico.

En sistemas de producción de cultivos en secano, la eficiencia de captación y retención de agua es fundamental para los procesos antes mencionados, ya que el suelo es su única fuente (Unger, 1978).

La presencia del rastrojo durante la estación de crecimiento puede incrementar los rendimientos de los cultivos al preservar la humedad del suelo (Wicks, 1976; Lal, 1978; Hoefler *et al.*, 1981), incrementando también la densidad radical del cultivo (Lal, 1978).

En general, cuando el rastrojo permanece en superficie es menor el crecimiento del cultivo durante el primer mes que cuando se lo remueve probablemente debido a que su presencia determina menores temperaturas. A pesar de este menor crecimiento inicial se obtienen mayores rendimientos por la presencia de mayor cantidad de agua disponible en las etapas posteriores de la estación de crecimiento (Hoefler *et al.*, 1981). En resumen el efecto del rastrojo en la humedad del suelo, se produce principalmente a través del balance de agua.

2.1.3.2. Ganancia de agua del suelo

La siembra directa con rastrojo en superficie mejora la conservación de agua del suelo, al favorecer la infiltración y disminuir la evaporación (Mannering & Meyer, 1963; Greb *et al.*, 1967,1970; Blevins *et al.*, 1971; Unger *et al.*, 1971; Lal, 1976; Unger & Wiese, 1979), lo cual incrementa la cantidad de agua que queda disponible para el cultivo (Unger, 1978).

Con mayor cantidad de residuos en superficie es menor el escurrimiento, mayor la infiltración, y la capacidad de acumulación de agua (Unger & Wiese, 1979). Asimismo, se protege al suelo del impacto de la lluvia, se reduce el encostramiento, lo que favorece la infiltración. (Gulick *et al.*,1994)

La sola presencia de los residuos de cosecha en superficie, aumenta la infiltración, mientras que cuando son removidos ésta puede llegar a ser mas crítica que en el laboreo convencional. En la primera situación se determinaron aumentos de 10 mm/h y en la segunda la reducción en la infiltración fue del 40% (Sigua *et al.*, 1993). Similares resultados fueron determinados por Fortin & Pierce (1993).

La disminución en el escurrimiento superficial del agua determinó un aumento en el contenido del agua en el suelo. Es así que, Langdale *et al.* (1992) determinaron en siembra directa durante 17 años de doble cultivo, una reducción en el escurrimiento de 16,2 a 1,8 % para un promedio de precipitación anual de 1260 mm.

Después de la lluvia, la superficie de suelo desnudo seca rápidamente, mientras que con 4000 kg/ha de rastrojo en superficie permanece húmeda por varios días (Unger, 1978). Sin embargo, no es de esperar que mejore la eficiencia de almacenaje de agua cuando los volúmenes de las precipitaciones son pequeños (Unger, 1976)

2.1.3.3 Pérdida de agua del suelo

Las pérdidas de agua se pueden producir directamente a través de la evaporación desde el perfil, o indirectamente, a través de la extracción de los cultivos. Cuando los rastrojos permanecen en superficie, disminuye principalmente la primera.

La curva de evaporación del agua del suelo se caracteriza por presentar tres etapas. En la primera, la tasa de pérdida de agua es constante, el movimiento del agua del suelo es primariamente liquido, y la evaporación es controlada por la demanda atmosférica. La segunda etapa es de corta duración, la tasa de evaporación descende

rápida, y es controlada por la superficie del suelo en proceso de secado. En la tercera, la evaporación es lenta pero constante, el movimiento es a través de la superficie seca del suelo principalmente por difusión de vapor y es controlada por el suelo (Bond & Willys, 1971).

El efecto del rastrojo sobre la pérdida de agua afecta principalmente la primera etapa (Anchieri & Magrini, 1981). Al incrementar la cantidad de residuo en superficie se reduce la tasa de evaporación y aumenta la duración de esta fase, resultando en una menor pérdida de agua en esta etapa (Bond & Willys, 1969; 1970).

Al analizar la incidencia de la segunda fase, la evaporación acumulada se iguala en el tiempo tanto para suelo desnudo como para rastrojo, por lo tanto, la cobertura solo retrasa el proceso permitiendo "esperar" una lluvia, aumentando la eficiencia del uso del agua (Bond & Willys, 1969).

La cantidad total de agua perdida después de un periodo de secado suficientemente largo fue similar en suelo desnudo o con rastrojo, independientemente de su volumen (Bond & Willys, 1969). Consecuentemente los residuos afectan la tasa de pérdida pero no impiden el secado del suelo (Wilhelm *et al.*, 1986).

Una vez que la superficie del suelo se seca debajo del rastrojo, el vapor transferido a la atmósfera es más dependiente de la tasa de secado del suelo que de la cobertura vegetal (Hanks & Woodruff, 1958).

Los residuos en superficie reducen la temperatura impidiendo la difusión de vapor y actúan como punto de condensación y absorción temporal, también reducen la velocidad del viento en la superficie afectando el secado, permitiendo una mayor eficiencia en el uso del agua (Greb, 1966; Blevins *et al.*, 1971).

La arquitectura del rastrojo afecta directamente el contenido de agua del suelo al disminuir la velocidad del viento en la superficie, el escurrimiento y la evaporación, e indirectamente al afectar la percolación, la conductividad por capilaridad, y la temperatura del suelo (Smika, 1983).

En condiciones de siembra directa la humedad del suelo es un 10 a 15 % mayor que en laboreo convencional en los primeros 8 cm, luego se diluyen, no detectándose diferencias a los 60 cm de profundidad (Blevins *et al.*, 1971).

2.1.4 Actividad microbiana

2.1.4.1 Importancia

En los suelos existe una amplia gama de microorganismos (bacterias, hongos, etc) capaces de degradar la mayor parte de los compuestos orgánicos, así como también a las moléculas de herbicidas, dependiendo su actividad del contenido de humedad, del pH, de la temperatura, de la materia orgánica, y de los nutrientes (Schonwalder, 1996).

La presencia de los residuos sobre la superficie del suelo favorece la acumulación de la materia orgánica y de los nutrientes en la capa superficial aumentando la actividad microbiana (Deuber, 1992).

Esta actividad en los estratos superficiales favorecería la degradación de los herbicidas, disminuyendo su vida media aún considerando la mayor frecuencia en el uso de éstos en la siembra directa (During & Hummell, 1994).

2.1.4.2 Efecto del volumen del rastrojo

La actividad microbiana es el principal factor responsable de la degradación de los herbicidas (Helling *et al.*, 1988 citado por During & Hummell, 1994) lo cual es clave en condiciones de siembra directa. La presencia del rastrojo favorecería el aumento en el contenido de materia orgánica aumentando la adsorción de los herbicidas, reduciendo su traslocación (During & Hummell, 1994).

En sistemas de siembra directa el contenido de materia orgánica en los 0 a 2,5cm superiores es de 9,5 % mientras que en el laboreo convencional es de 7,8 %; diluyéndose las diferencias en profundidad (Martino, 1994).

2.1.5 Propiedades físicas

2.1.5.1 Importancia

Un suelo bien estructurado favorece el crecimiento de las plantas, ya que permite una adecuada aireación que facilita el desarrollo radical, siendo menores los riesgos de compactación superficial y encostramiento.

La capacidad de retención de agua por el suelo depende fundamentalmente, del contenido de materia orgánica, de la textura y de la profundidad del perfil lo cual

favorece el almacenamiento de agua. La reducción del laboreo, la presencia de restos secos, minimizan su pérdida por evaporación, favoreciendo la acumulación por una mejor infiltración (Lal, 1976).

2.1.5.2 Efecto del volumen del rastrojo

El rastrojo en superficie afecta las propiedades físicas del suelo principalmente a través de la producción de biomasa que sirve como fuente de materia orgánica del suelo y sustrato para la actividad biológica del mismo (Bruce *et al.*, 1991).

Cuando no se realiza laboreo la muerte y la descomposición de las raíces dejan macroporos continuos en el suelo, disminuyendo su compactación aumentando los agregados, mejorando la estructura y disminuyendo la resistencia a la penetración del sistema radical, dependiendo del tipo de suelo, del crecimiento del cultivo y del manejo de residuos (Sigua *et al.*, 1993).

La mejor estructura del suelo determina un mayor transporte de los herbicidas (Hall *et al.*, 1989), es así que mayores niveles de atrazina fueron detectados en profundidad en condiciones de siembra directa en comparación con laboreo convencional (Gish *et al.*, 1989), principalmente por la presencia de macroporos que permanecen intactos lográndose una más rápida infiltración de agua (Radcliffe *et al.*, 1988).

Si bien la densidad aparente es mayor, la siembra directa presenta un perfil más uniforme en la distribución de la porosidad favoreciendo el drenaje en comparación con labranza convencional (Baeumer, 1970)

Sin embargo, Lal (1976) determinó densidades aparentes menores en siembra directa en los primeros 10 a 20 cm de suelo, debido a la mayor actividad de las lombrices y al menor encostramiento del suelo.

2.1.6 Dinámica del enmalezamiento

2.1.6.1 Importancia

Las especies presentes en la comunidad de malezas, su población, la producción de semillas, pueden ser influidas por los residuos en superficie presentes en los diferentes sistemas de cultivo (Teasdale *et al.*, 1991).

En siembra directa los residuos en superficie afectan la germinación de las malezas, enlentecen su emergencia y prolongan sus flujos debido a que el suelo se encuentra más frío y húmedo que en laboreo convencional. Por consiguiente, la eficiencia del periodo residual de los herbicidas disminuye, especialmente si éstos son aplicados en preemergencia (Forcella *et al.*, 1994)

Sin embargo, los residuos no siempre logran un adecuado control de las malezas (Fenster *et al.*, 1969), es así que menores rendimientos en grano se han observado con bajos niveles de rastrojo debido al aumento de la competencia de las malezas (Wicks *et al.*, 1994b). Tal situación se observa también con especies perennes cuyo crecimiento no es afectado por la presencia del rastrojo (Day ,1968 citado por Crutchfield *et al.*, 1985).

Generalmente las mayores pérdidas de rendimiento se deben a la interferencia producida por las malezas presentes durante las primeras cuatro semanas del crecimiento del cultivo (Burnside & Wicks, 1967). Giménez & Ríos (1992) determinaron las respuestas en rendimiento de grano de girasol a medida que se ampliaba el periodo libre de malezas, quienes al eliminar la competencia en los primeros 30 días luego de la emergencia del cultivo detectaban una significativa respuesta en el rendimiento. Estos resultados indican, la importancia de mantener el cultivo limpio en los primeros estadios de su crecimiento.

2.1.6.2 Efecto del volumen del rastrojo

Los mayores volúmenes de rastrojo determinan controles mas eficientes de las malezas independientemente de la dosis de herbicida (Crutchfield & Wicks, 1983).

Es así que, con residuos de cultivos de invierno superiores a 3000 kg MS/ha con una cobertura del 90% de la superficie de suelo, se determinaron reducciones promedio de 78% cuando se lo compara con un suelo sin cobertura (Teasdale *et al.*, 1991). Aunque los residuos en superficie disminuyen la densidad de las malezas en los sistemas de siembra directa , éstas pueden establecerse y desarrollar una biomasa equivalente a la de una superficie sin cobertura de rastrojo.

Las características de la semilla y sus requerimientos para la germinación pueden ser un factor importante en los cambios en la comunidad de las malezas (Johnson & Coble, 1986). La población de gramíneas anuales incrementa rápidamente en sistemas de siembra directa en comparación con sistemas de labranza convencional, mientras que los efectos sobre las malezas latifoliadas son mas aleatorios (Wrucke & Arnol, 1985). Es así, que incrementos en las gramíneas en laboreos reducidos, también fueron reportados por Bond *et al.* (1971).

La densidad de *Digitaria sanguinalis* fue mayor a las otras especies de gramíneas cuando no fueron usados herbicidas, ya que es más agresiva y presenta una mayor capacidad de producción de semillas (Johnson & Coble, 1986).

2.1.7 Alelopatía

La actividad alelopática de la cobertura muerta depende directamente del tipo y cantidad del material vegetal en superficie, de las características del suelo, de la población microbiana, de las condiciones climáticas y de las especies que integran la comunidad de las malezas (Pitelli, 1996).

Los residuos de centeno y de otras gramíneas invernales inhiben la emergencia y posterior crecimiento de las malezas, conjugándose los efectos de liberación de compuestos alelopáticos en la germinación con el efecto físico de interferencia en la emergencia de las especies (Putnam *et al.*, 1983; Shilling *et al.*, 1985 citados por Wicks *et al.*, 1994a).

Además del efecto alelopático determinado por la producción o liberación de numerosas sustancias orgánicas, las cuales pueden ser fitotóxicas, se suma la presencia de productos microbianos tóxicos y cambios en el pH del suelo (Elliott *et al.*, 1978).

El rastrojo verde presenta mayor fitotoxicidad que el rastrojo maduro dependiendo de las condiciones ambientales (Kimber, 1973). Condiciones ambientales favorables para la actividad microbiana conllevan a que durante el periodo de barbecho la fitotoxicidad de los residuos de los cultivos se diluya (Elliott *et al.*, 1978).

Los compuestos alelopáticos son liberados al ambiente por lixiviación de la lluvia o indirectamente son producidos durante la descomposición de residuos por la actividad microbiana (Putnam & Duke, 1978). Los efectos fitotóxicos de la paja de trigo o avena persisten en menor grado que los residuos de sus granos (Guenzi *et al.*, 1967).

La bibliografía es consistente en señalar la reducción en la población de malezas post cosecha de un cultivo por efecto de la cobertura muerta, pero el mecanismo de control alelopático aún no ha sido totalmente dilucidado (Crutchfield *et al.*, 1985).

2.2 CONTROL QUÍMICO

2.2.1 Consideraciones generales

En sistemas de siembra directa la eficiencia de control es más crítica en la productividad del cultivo que en siembras convencionales, por lo tanto es muy importante la eficiencia del control químico. Los herbicidas deberán controlar un amplio espectro de especies y exhibir una mayor residualidad en el suelo para controlar sucesivos flujos de emergencias durante las primeras etapas del cultivo (Wicks *et al.*, 1994a)

En general se señala un pobre control de malezas con los herbicidas en sistemas de siembra directa y se asocia a la presencia de residuos de los cultivos sobre la superficie del suelo (Kapusta & Strieker, 1976; Kapusta, 1979). En contraste, Erbach & Lovely (1975) no detectaron diferencias de control en aplicaciones de herbicidas preemergente en sistemas de siembra directa en relación a siembras convencionales.

La presencia de paja sobre la superficie del suelo influye en la cantidad de herbicida requerido para obtener un buen control, ya que al ser interceptado se favorecen los procesos de volatilización y degradación. Esa disminución potencial de la actividad de los herbicidas depende de sus características y del área de suelo cubierta (Johnson *et al.*, 1989). No obstante, éstos se remueven en una considerable proporción con lluvias posteriores a la aplicación (Ghadiri *et al.*, 1984).

Los residuos en superficie no afectan la performance de los herbicidas cuando son aplicados a las dosis recomendadas, controles deficientes son mencionados cuando las dosis son reducidas y la lluvia es limitante (Erbach & Lovely, 1975).

Una alta proporción de semillas de malezas permanecen en la superficie del suelo cuando no se laborea; se favorece así su germinación, por lo cual el empleo sistemático de herbicidas es necesario durante los primeros años de siembra directa, hasta agotar el banco de semillas, disminuyendo las aplicaciones químicas en los años subsiguientes (Yenish *et al.*, 1992 citado por Sims *et al.*, 1994).

En el área agrícola del litoral del país, las malezas anuales más frecuentes en cultivos de verano son *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa spp.*, *Portulaca oleracea*, y *Raphanus spp.* (Giménez & Rios, 1992). En el cuadro 1 se presentan los herbicidas recomendados para el control de estas especies.

Cuadro N° 1; Herbicidas recomendados para el control de malezas en girasol.

Herbicida	Dosis kg ia/ha	Momento aplicación	Gramíneas	Control *	
				Portulaca oleracea	Crucíferas
pendimetalin	1,3	PRE	B	R	P
prometrina	2,0	PRE	P	B	B
metolaclor	1,2	PRE	B	R-P	P
trifluralina	1,2	PSI	B	R	P

Adaptado Giménez & Ríos (1992)

* Excelente= 95-100%; Bueno= 80-94%; Regular= 60-79%; Pobre= menor a 60%.

PSI = presembrado incorporado.

PRE= Preemergencia del cultivo.

2.2.2 Intercepción y retención de los herbicidas por el rastrojo

Los residuos de cultivo en superficie interceptan los herbicidas y disminuyen su eficiencia (Erbach & Lovely, 1975; Bauman & Ross, 1983; Ghadiri *et al.*, 1984; Crutchfield *et al.*, 1985). Niveles de residuos de paja de trigo de 1700, 3400, 5100, 6800 kg/ha que cubren el 58, 77, 88 y 92 % de la superficie del suelo interceptan el 14, 55, 53 y 88 % respectivamente (Wicks *et al.*, 1994b).

La performance de los herbicidas es afectada por sus características y por las condiciones ambientales antes y después de la aplicación (Mills & Witt, 1989). Aún cuando el herbicida sea interceptado su eficiencia permanecería alta si ocurren lluvias posteriores (Johnson *et al.*, 1989), complementándose con el control realizado por los residuos de cultivo (Crutchfield *et al.*, 1985).

Ghadiri *et al.* (1984), evaluaron la retención de la atrazina por el rastrojo, determinando una retención media del 60% que fue posteriormente removida por la lluvia. Por su parte, Bauman & Ross (1983) destacan que el 86 a 90% de la atrazina aplicada fue removida a través del residuo hacia el suelo en los 30 días postaplicación.

Sin embargo, la trifluralina en la formulación Premerlin no tendría este comportamiento. Rodrigues *et al.* (1997) evaluando dosis de 0, 1200, 2400, 3600 y 4800 g/ha ia de este herbicida sobre una cobertura muerta de *Avena Strigosa* de 0, 6000 y 12000 kg MS/ha con un riego de 20mm luego de las aplicaciones determinaron que el producto no llegó al suelo a pesar del riego efectuado.

Fornarolli *et al.* (1997) cuantificaron reducciones del 90% en la población de *Bracharia plantaginea* con 4500 y 9000 kgMS/ha de paja de avena, cuando a esos rastrojos se le aplicó 1250 g/ha de atrazina, el control fue mejor, que con dosis de 5000 g/ha de este herbicida en suelo descubierto.

El rastrojo contribuiría indirectamente a mejorar la eficiencia de los herbicidas, debido al mayor contenido de humedad del suelo (Crutchfield *et al.*, 1985), aún en bajas dosis (Gerber *et al.* 1974 citado por Johnson & Coble 1986).

2.2.3 Procesos de Pérdidas

2.2.3.1 Volatilización y Fotodescomposición

La volatilización se produce cuando herbicidas sólidos ó líquidos pasan a estado gaseoso por acción de la temperatura, esto disminuye la eficiencia de control resultando en menores rendimientos del cultivo (Schonwalder, 1996).

La mayor ó menor volatilización de un compuesto esta determinada por su presión de vapor. Herbicidas con altas presiones de vapor son mas susceptibles a la volatilización que aquellos con baja presión de vapor. La aplicación en superficie de estos herbicidas cuando el suelo esta cubierto por importantes volúmenes de residuos afectan la cantidad de producto activo en el suelo (Kenimer *et al.*, 1987).

Las concentración de metolaclor en el suelo desciende cuando incrementan los niveles de mulch debido a la retención del herbicida por parte de la paja o a su volatilización (Strek & Weber, 1981; 1982, citados por Crutchfield *et al.*, 1985). Similares resultados fueron obtenidos por Borin *et al.*(1994) citados por During & Hummel (1994), quienes determinaron la mayor disipación del metolaclor por volatilización dependiendo de la temperatura ambiente, de la humedad y adsorción del suelo.

Las pérdidas por volatilización de ciertas s-triazinas aumentan con las temperaturas del suelo presentando un control regular o pobre si no ocurren precipitaciones en los 10 a 14 días postaplicación, lo cual disminuye la concentración del herbicida en el suelo a niveles ineficientes (Kearney *et al.*, 1964).

Con niveles de rastrojo en el entorno del 90% de área cubierta de suelo, se han determinado pérdidas por volatilización de los herbicidas (Green *et al.*, 1995). Williams & Wicks (1978), citado por Wicks *et al.* (1994a) en un sistema sin laboreo con 85% de

residuos en superficie determinaron que un 30 % de la aplicación de la atrazina no alcanzó el suelo.

La fotodescomposición es una alteración molecular que sufren algunos herbicidas orgánicos al ser expuestos al sol, produciéndose una desactivación por reacciones fotoquímicas (Schonwalder, 1996), que se suma a las pérdidas por volatilización (Ferris *et al.*, 1989), y erosión por viento y agua (Bowmer & Weerts 1987 citado por Bowmer, 1991).

2.2.3.2 Escurrimiento y lixiviación

Los residuos de cosecha dejados en la superficie afectan el movimiento de los herbicidas al interceptarlos previo a su llegada al suelo, siendo menor la adsorción quedando expuestos a procesos de lixiviación y escurrimiento. Las pérdidas por estas vías dependerán de características intrínsecas de los productos como la residualidad, la solubilidad, la volatilidad, la adsorvilidad, el manejo y el tipo de suelo, el momento de aplicación y las características de las precipitaciones (Kenimer *et al.*, 1987).

Un suelo con alto contenido de materia orgánica y arcilla tendrá mayor capacidad de adsorción, por lo cual los herbicidas presentaran menor movilidad. Los suelos con baja capacidad de adsorción y los herbicidas con mayor solubilidad en agua permanecen en solución pudiendo ser fácilmente absorbidos por las plantas. Sin embargo son mas susceptibles a ser lavados y degradados por los microorganismos del suelo (Schonwalder, 1996).

En siembra directa la mayor continuidad de los macroporos provee al suelo una mayor velocidad en el transporte de agua y herbicidas conllevando a su mayor lixiviación (Gish *et al.*, 1991; Sadeghi & Isensee, 1992). En ocasiones si el herbicida es muy móvil se corre el riesgo de que se lixivie a capas mas profundas del suelo, fuera del área de emergencia y crecimiento de las malezas. En ocasiones con lluvias en exceso a la siembra de maíz con aplicaciones de atrazina se determinaron pobres controles de gramíneas anuales (Schonwalder, 1996).

Niveles de atrazina y simazina fueron 2 a 50 veces mayores en el agua del suelo bajo siembra directa que bajo laboreo convencional, (Donigan & Carse, 1987 citado por Lindwall *et al.* 1994). Esta mejora en la infiltración que aumenta la lixiviación del herbicida en el agua del suelo también puede reducir en un 70% la cantidad de herbicida que ocurre en siembra directa en comparación con laboreo convencional (Isensee *et al.* 1990).

La concentración de atrazina en el agua de escurrimiento depende del periodo de tiempo que demora en comenzar el escurrimiento y de la cantidad de agua escurrida. La demora en el comienzo del escurrimiento de 10 a 30 minutos y el descenso en la cantidad de agua escurrida de 60 a 20 mm, disminuye la concentración del herbicida en el flujo de agua en un 40 % para una lluvia de 127mm (Baker *et al.*, 1982).

2.2.3.3 Degradación

La degradación de los herbicidas depende de factores como el pH, el contenido de materia orgánica y de arcilla, la humedad, la temperatura, los nutrientes disponibles y la población de microorganismos, (Schonwalder, 1996). Las reacciones químicas están afectadas por los cambios de pH, con su descenso en la siembra directa dominan los hongos del suelo, los cuales son más adaptados para degradar y absorber los herbicidas. En cero laboreo las mayores velocidades de degradación minimizan la lixiviación de los herbicidas (Daring & Hummel, 1994).

Al incrementarse la materia orgánica y los contenidos de arcilla la degradación disminuye y la adsorción aumenta. El 90% de todas las pérdidas de acetanilidas son debidas a la descomposición microbiana (Zimdahl & Clark, 1982), siendo su vida media en el suelo relativamente corta.

Aumentos en la temperatura y en la humedad del suelo favorecen una más rápida degradación, es así que, Zimdahl & Gwynn (1977) destacan mayor degradación de herbicidas con contenidos de humedad de 80% en comparación a 20%.

La degradación del metolaclor es más rápida que la de la atrazina. Residuos de atrazina fueron detectados en el suelo a profundidades de 122cm mientras que para metolaclor no se detectaron por debajo de los 61cm tanto en laboreo convencional como en siembra directa. En condiciones de siembra directa las pérdidas de atrazina fueron ligeramente mayores a un 3% y 1,5% con respecto metolaclor (Hall *et al.*, 1989).

La degradación biológica es el proceso principal de disipación de los herbicidas, pero también influyen otros procesos como el escurrimiento, la lixiviación, la erosión del suelo, la fotodegradación y la adsorción irreversible por minerales arcillosos o materia orgánica (Weed *et al.*, 1995).

2.2.4 Persistencia

La residualidad y el movimiento de los herbicidas en el suelo son principalmente afectados por el contenido de arcilla, la materia orgánica, el pH y por la cantidad y frecuencia de lluvias después de la aplicación (Bauman & Ross, 1983).

Asimismo, existen diferencias en la residualidad de los herbicidas dependientes del tipo de laboreo. En sistemas de siembra directa la intercepción de los herbicidas por el rastrojo en superficie determina menores niveles de residuos que en condiciones de laboreo convencional (Sorenson *et al.*, 1991). Es así que, Burnside & Wicks (1980) determinaron menores controles de malezas con atrazina en siembra directa, en comparación con laboreo convencional.

El pH del suelo condiciona los procesos de adsorción de los herbicidas afectando su persistencia, por ejemplo se cuantificó mayor presencia de atrazina en suelos con pH 7,5 en comparación con pH 5,5 (Best & Weber, 1974).

2.3 PRECIPITACIÓN

2.3.1 Volumen y momento de la precipitación

Los rastrojos interfieren en la cantidad de herbicida que alcanza el suelo. Si el herbicida es adsorbido por los rastrojos, dependerá de su solubilidad en agua y de la ocurrencia de precipitaciones luego de su aplicación, para que llegue al suelo y se active (Schonwalder, 1996).

Es así que, Stickler *et al.*, (1969) remarcan el efecto de las precipitaciones en favorecer la penetración de los herbicidas en el perfil del suelo, facilitando el contacto con las semillas y la absorción por las radículas.

Similares consideraciones realizaron Ghadiri *et al.* (1984), señalando que el movimiento de atrazina desde la paja al suelo depende de la cantidad e intensidad de precipitación postaplicación, puntualizando Lower & Weber (1979) la importancia del tipo de residuo.

El rastrojo presenta una fracción orgánica muy importante existiendo varios herbicidas que son adsorbidos e inmovilizados, disminuyendo en consecuencia la dosis efectiva del producto que llega al suelo afectando su eficiencia, requiriéndose niveles de precipitación mayores para su incorporación que en laboreo convencional. La efectividad de los tratamientos químicos dependerá en última instancia de la ocurrencia de lluvias y del herbicida (Schonwalder, 1996)

Cuando el herbicida alcanza el suelo la incorporación se produce normalmente en los primeros centímetros dependiendo su fitotoxicidad de su posición en el perfil y de su vía de entrada a la planta.

Los herbicidas del grupo acetanilidas, como acetoclor y metolaclor, son absorbidos por las gramíneas fundamentalmente a través del nudo del coleoptile, dependiendo de la ocurrencia de precipitaciones posteriores a la aplicación, a diferencia de las triazinas como atrazina, metribuzin y prometrina, cuya absorción se produce en mayor medida por raíces siendo eficiente su control aún con malezas ya emergidas (Schonwalder, 1996).

Estudios de invernáculo, mostraron que las pérdidas de atrazina desde la paja de trigo hacia la superficie del suelo fueron mayores en la primera aplicación o simulación de lluvia, con las segundas aplicaciones de agua las pérdidas de atrazina desde la paja decrecen significativamente en un 19, 25 y 25% de lo inicialmente removido, con 12,5 , 25 , 50 mm de lluvia respectivamente (Baker & Shiers., 1989).

Con altas intensidades de lluvia se mueve mayor cantidad de herbicidas que con bajas intensidades (Edwards *et al.* 1992) pero el transporte de cada herbicida depende más del volumen de percolación que de la intensidad de la lluvia, variando según el contenido de humedad del suelo principalmente para suelos de estructura débil (Erbach & Lovely, 1975).

La siembra directa como método alternativo de preparar el suelo tiene como principal objetivo el controlar la erosión y mantener la productividad. La presencia de rastrojo en superficie su distribución y cantidad, afectan además el balance de temperatura, la dinámica del agua, la actividad microbiana, las propiedades físicas del suelo, la comunidad de las malezas e interfiere a la llegada de los herbicidas al suelo . Los herbicidas residuales al ser interceptados por el rastrojo podrían disminuir su eficiencia de control al aumentar las pérdida por volatilización, lixiviación y degradación. El movimiento de los mismos a través del rastrojo dependería entonces de la ocurrencia de lluvias posteriores que remuevan el herbicida hacia el suelo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se instaló en INIA La Estanzuela, en el periodo comprendido entre diciembre de 1996 a marzo de 1997, sobre un rastrojo de trigo (*Triticum aestivum* L.) var. INIA Chimango sembrado en mayo de 1996.

El suelo correspondió a un Brunosol Éútrico a Subéútrico Típico, desarrollado a partir de sedimentos arcillo limosos de la Formación Libertad. Son suelos de profundidad moderada a profunda cuyas principales características son reseñadas en el cuadro 2.

Cuadro 2. Características Físicas y Químicas del Suelo de los 20 primeros cm (10/01/97).

Características	
arcilla (%)	37
limo (%)	48
arena (%)	15
materia orgánica (%)	3,3
pH (H ₂ O)	5,8
P ₂ O ₅ (Bray 1 μ g P/g)	11,3
K (meq/100g)	0,80

Se evaluaron tres volúmenes de rastrojos 0, 2000 y 4000 kg/ha, seis tratamientos de control más un testigo (Cuadro 3) y tres niveles de precipitación de 0, 10 y 40 mm.

Cuadro 3. Tratamientos Químicos Realizados en el Experimento.

HERBICIDAS	DOSIS (ia/ha)
Atrazina + Metolaclo	1,5 + 1,2
Metribuzin + Oxiacetamida	0,29 + 0,36
Pendimetalin	1,3
Prometrina + Acetoclor	2,0 + 1,2
Flurocloridona + Acetoclor	0,37 + 1,2
Trifluralina	2,1
Testigo sin herbicida	---

El trigo fue cosechado el 30 de diciembre y su rendimiento fue de 2160 kg/ha. Al iniciar el experimento el rastrojo contaba con las siguientes malezas: *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crusgalli*, *Cyperus spp.*, *Portulaca oleracea*, *Raphanus spp.*, *Ipomea spp.*, *Cynodon dactylon*.

El 6 de enero se paso una pastera y un rastrillo con el fin de retirar la paja de trigo del área del experimento. El 9 y 10 de enero se distribuyó la paja de trigo en cada tratamiento de acuerdo a los volúmenes de rastrojo mencionados anteriormente. El 16 del mismo mes se simuló la siembra de los cultivos con una sembradora John Deere modelo SD 780, realizando una fertilización con 150 kg /ha de fosfato de amonio (18-46-0). Previo a la aplicación de los preemergentes, fueron necesarias dos aplicaciones de Glifosato (1,08 ia/ha) más surfactante Galacti (Blend of polyalkyleneoxide modified heptamethyltrisiloxane and surfactants 80%), los días 8 y 16 de enero para el control de *Cyperus spp.* y *Cynodon dactylon*.

El 20 de enero se realizó la aplicación de los herbicidas preemergentes utilizándose una pulverizadora manual de presión constante de CO2 provista de boquillas tipo Tee-jet 8002, con un volumen equivalente a 180 L/ha. También se determinó el contenido de humedad del suelo, presentando 65 mm de agua total (agua disponible + agua retenida por debajo del punto de marchitez permanente), en los 20 cm superiores.

Con el objetivo de determinar el grado de interferencia que realizaban los diferentes volúmenes de rastrojo a la llegada del herbicida al suelo, se colocaron tarjetas de papel sensible al agua y aceite en los diferentes tratamientos.

Las condiciones climáticas en los días en que se realizaron las aplicaciones de glifosato y los tratamientos preemergentes se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Condiciones Climáticas al Momento de las Aplicaciones. La Estanzuela, 1997.

	glifosato		preem
Día aplicac.	8/1	16/1	20/1
Temperatura (°C)			
Máxima	28,6	36,6	30,6
Mínima	18,4	21,8	17,0
Media	23,2	26,2	24,8
Humedad media (%)	78	75	59
viento (km/h)	7,8	14	4
Precipitaciones (mm)			
Pre*	41	58	68,1

Nota : * mm correspondientes a un período de 10 días anteriores al día de la aplicación.
preem = preemergentes.

Entre el 22 y 28 de enero se realizaron los tratamientos de lluvia, se simuló una lluvia moderada con un tamaño de gota comprendido entre 800 a 1000 micrones. El equipo de riego utilizado consistía en un botalón con 3 boquillas UniJet 8020, las mismas poseen un orificio con diámetro de 2,8mm y un ángulo de aspersión de 76°. El caudal de cada boquilla fue de 6,5 lt/min a una presión de agua de 2 bars. La altura del botalón fue de 1,5m realizándole un movimiento oscilatorio manual. El equipo se calibró distribuyendo pluviómetros en cada parcela para regular el ritmo oscilatorio y uniformizar la distribución de la lluvia. Luego del riego, ante una lluvia inminente se taparon las parcelas con nylon, retirando el mismo luego de la lluvia.

Las temperaturas medias mensuales con respecto a las medias históricas durante el experimento se detallan en la Figura 1.

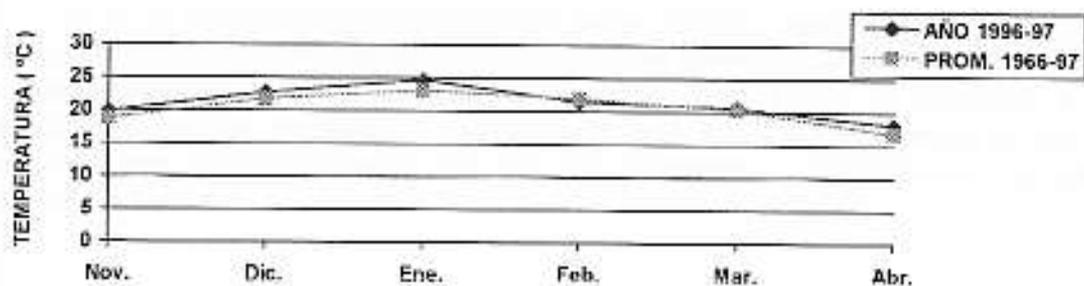


Figura 1. Temperaturas Medias Mensuales y Promedio Histórico. INIA La Estanzuela, 1997.

La ocurrencia de lluvias se presenta con sus registros diarios hasta el 20 de enero, momento en que se aplicaron los preemergentes (Figura 2)

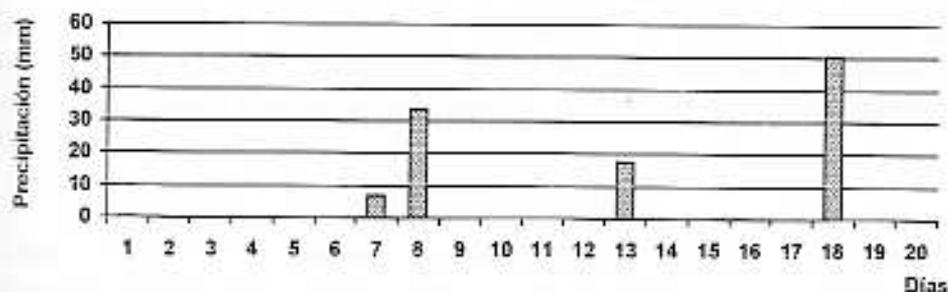


Figura 2. Precipitaciones diarias de enero 1997 INIA La Estanzuela.

Fueron realizadas dos evaluaciones de la comunidad de malezas. El 18 de febrero se cuantificó el número de plantas de cada especie de malezas presentes en la línea y en la entre línea. A partir de esta determinación se elaboró un índice de control calculado como la diferencia entre el número de plantas de maleza del testigo sin rastrojo, sin herbicida y con cero precipitación y el número de plantas del tratamiento, dividido el número de plantas de maleza del testigo sin rastrojo, sin herbicida y cero precipitación.

$$\text{Índice de control (\%)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ pl. de maleza testigo} - \text{n}^\circ \text{ pl. de maleza del tratamiento}}{\text{n}^\circ \text{ pl. de maleza testigo}} \times 100$$

El 19 de marzo se evaluó la presencia de las distintas especies de malezas. En la apreciación visual se estableció una escala de 0 a 100, donde 0 equivale al máximo nivel de enmalezamiento, y 100 ausencia de malezas. Esta escala se equiparó a la estandarizada para las evaluaciones visuales de control, donde los porcentajes de control menores a 60% implican niveles altos de enmalezamiento, considerándose un pobre control (cuadro 5).

Cuadro 5. Escala utilizada para la evaluación visual de las especies presentes.

Enmalezamiento	%	Control
Alto	< 60 %	pobre
Medio	60-79 %	regular
Bajo	80-94 %	bueno
Ausente	> 95 %	excelente

El diseño experimental fue de parcelas divididas con 4 repeticiones. A las parcelas grandes se les asignó los volúmenes de rastrojo, y a las subparcelas les correspondieron los 21 tratamientos resultantes del factorial de químicos más el testigo sin aplicación por 3 niveles de precipitación. El tamaño de cada unidad experimental fue de 8 m² (4*2).

El análisis de varianza fue realizado con el programa SAS (Statistical Analyzis System, 1985). En los cuadros y figuras para cada variable, las distintas letras indican diferencias significativas por la prueba de MSD (Minima diferencia significativa) al 5% de probabilidad.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

La presencia de rastrojo en superficie determina la intercepción de la aspersión como se visualiza en la figura 3, observándose que un menor número de gotas impactan en el suelo con el aumento en el volumen de rastrojo.

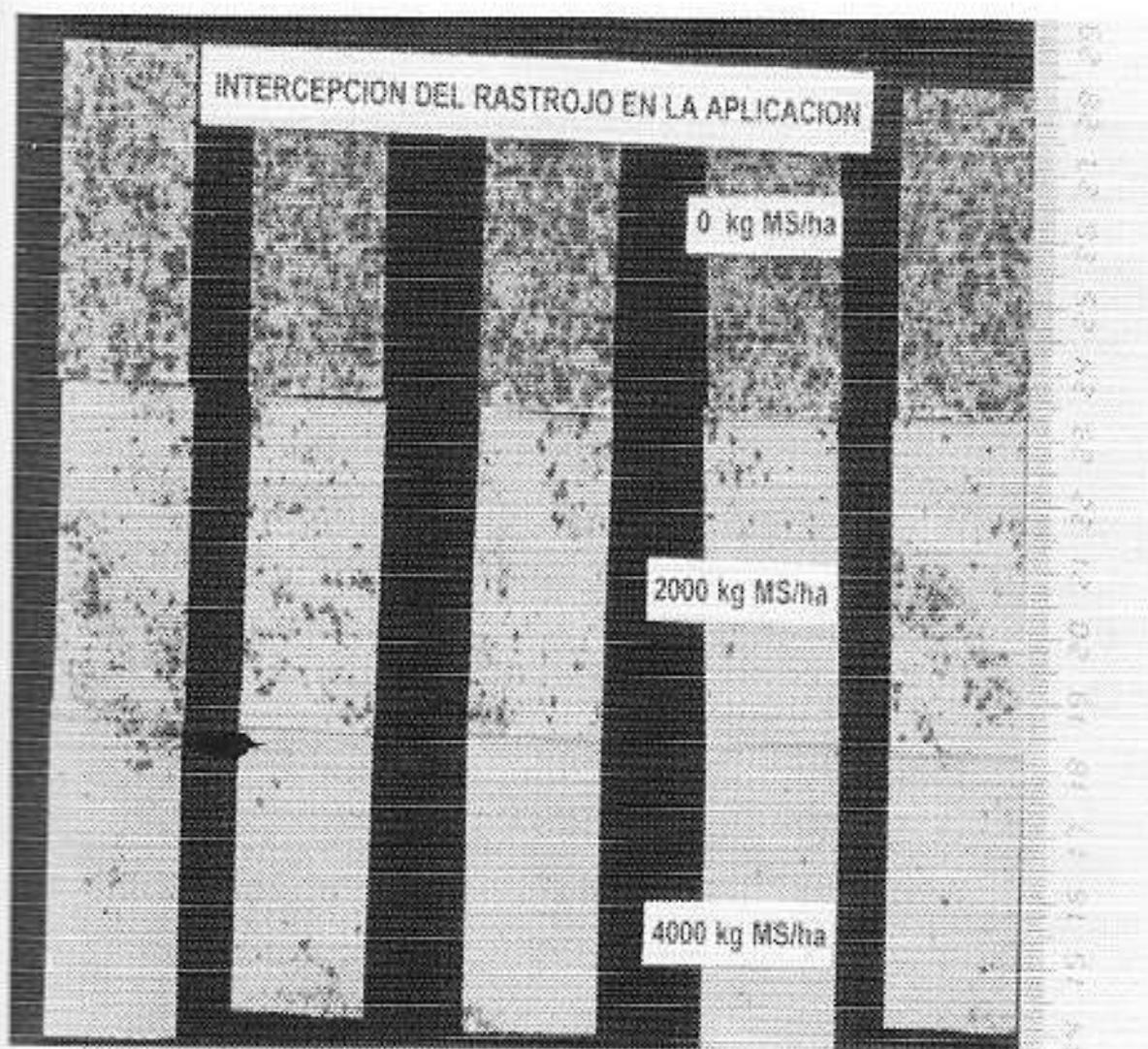


Figura 3. Efecto del rastrojo en la intercepción de la aspersión.

4.1 CONTROL DE GRAMÍNEAS

El análisis estadístico de las diferentes variables analizadas para la evaluación del control de gramíneas mostró efecto significativo del volumen del rastrojo y de los herbicidas, no siendo significativo el efecto de la precipitación ni de las distintas interacciones. En consecuencia los resultados se presentan en base a los efectos principales.

En el número de plántulas de *D.sanguinalis* y *E. crusgalli* realizada a los 30 días de aplicados los herbicidas preemergentes se determinó efecto significativo del rastrojo y de los herbicidas, no siendo significativa la precipitación ni las interacciones. En el análisis estadístico tampoco se determinaron diferencias en la cuantificación de las gramíneas presentes en la línea y en la entre línea. Entretanto para la evaluación realizada a los 60 días de la aplicación de los preemergentes fueron significativos los efectos de rastrojo y de los herbicidas para ambas gramíneas, no siendo significativo el efecto de la precipitación ni las distintas interacciones.

4.1.1. *Digitaria sanguinalis*

4.1.1.1 Efecto del rastrojo

En el análisis estadístico de la variable número de plántulas de *D.sanguinalis*, a los 30 días de aplicados los preemergentes se determinó efecto significativo del rastrojo en los testigos sin herbicida, se obtuvo mayor índice de control con 2000 y 4000 kg/ha de rastrojo con respecto al testigo sin rastrojo (Figura 4).

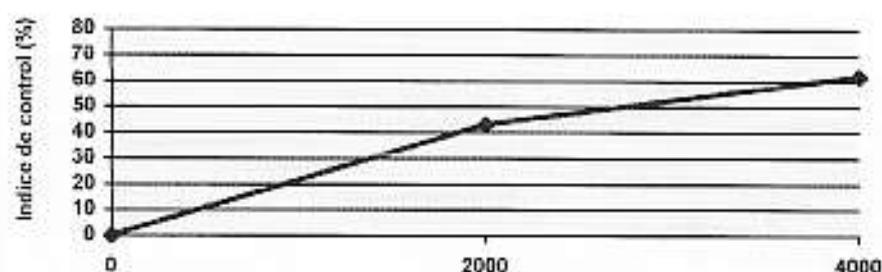


Figura 4. Índice de control en *D.sanguinalis* en los diferentes volúmenes de rastrojo para los testigos sin herbicida, a los 30 días.

En los testigos sin herbicida, los resultados obtenidos indican que a mayores volúmenes de rastrojo en superficie hay mayor control, obteniéndose con 4000 kg/ha de rastrojo un control superior a 60% en *D.sanguinalis*. Estas respuestas son similares a las señaladas por Crutchfield & Wicks (1983), quienes observaron que a mayores volúmenes de rastrojo disminuye el enmalezamiento, en respuesta a la reducción de los niveles de luz y temperatura, y a la interferencia física que éste realiza y que afecta en la emergencia de las malezas. Respuestas similares con reducciones promedios de 78% en la cantidad de malezas se observaron con residuos de cultivo de invierno superiores a 3000 kg/ha que realizaban una cobertura del 90% de la superficie del suelo en comparación con tratamientos sin cobertura de rastrojo (Teasdale *et al.*, 1991). Asimismo niveles de 1700 kg/ha de rastrojo de paja de trigo representaron 58 % de la superficie del suelo cubierto, entretanto niveles de 3400 kg/ha representan 77 % (Wicks *et al.* 1994).

En la evaluación realizada a los 60 días de aplicados los preemergentes en *D. sanguinalis* en los testigos sin herbicida con 2000 y 4000 kg/ha de rastrojo persiste la tendencia ya descrita en la evaluación a los 30 días. Al analizar la media de los tratamientos químicos, al efecto rastrojo se suma el control por parte de los herbicidas obteniéndose controles superiores al 80% en 2000 y 4000 kg/ha; lo cual indicaría que el herbicida llegó al suelo complementándose ambos efectos, rastrojo+herbicida. A pesar de la intercepción que realiza el rastrojo a la llegada del herbicida al suelo (Figura 3), las condiciones de alta humedad en el suelo y en el rastrojo determinados por la lluvia de 50mm ocurrida dos días previo a las aplicaciones (Figura 2), evitó posiblemente una mayor retención del herbicida por el rastrojo favoreciendo su eficiencia. Se destaca también la eficiencia de los herbicidas cuando no existe rastrojo en superficie obteniéndose controles superiores al 70% y la persistencia del control de los tratamientos químicos en las tres situaciones de rastrojo (Figura 5)

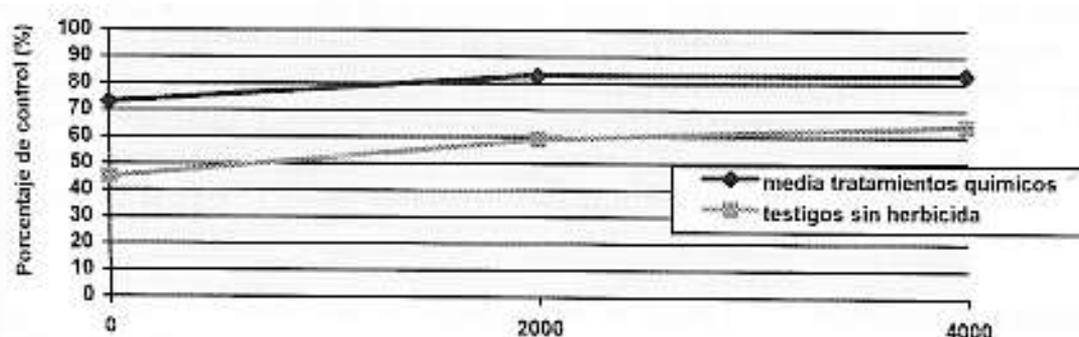


Figura 5. Porcentaje de control en *D. sanguinalis* para la media de los tratamientos químicos y los testigos sin herbicida, a los 60 días.

4.1.1.2. Efecto de los herbicidas

En el conteo de plántulas de *D. sanguinalis* se cuantificaron menores emergencias en los tratamientos químicos de atrazina+metolaclor, prometrina y flurocloridona ambas en mezcla con acetoclor, y metribuzin+oxiacetamida, con controles superiores a 80% para los dos primeros tratamientos (Figura 6). Se destaca el tratamiento de atrazina+metolaclor (1,5+1,2 kg ia/ha) con un índice de control de 88%. Similares resultados obtuvieron Dos Santos & Rozanski (1979) con un porcentaje de control de 100% en *Digitaria sanguinalis* con la misma mezcla 1,5+2,1 kg ia/ha en preemergencia en cultivos de sorgo y maíz.

Los mayores controles logrados por las mezclas, estarían determinados por el eficiente control que realizan las acetanilidas, acetoclor y metolaclor, en gramíneas anuales en relación al control realizado por las dinitroanilinas, pendimetalin y trifluralina. Similares resultados fueron obtenidos por Ponsa *et al.* (1997) en un experimento realizado en Pergamino (Argentina) en el control de gramíneas anuales con herbicidas preemergentes en siembra directa de soja.

La mayor eficiencia de control de la mezcla prometrina+acetoclor con respecto a flurocloridona+acetoclor, se debería a la mayor eficiencia de la prometrina cuando la comparamos con la flurocloridona ya que ambas tienen la misma dosis del graminicida.

El premerlin es la formulación de la trifluralina utilizada en el presente experimento, recomendada para aplicaciones preemergentes ya que con esta formulación son menores las pérdidas por volatilización y fotodescomposición, sin tener

la necesidad de ser incorporado mecánicamente como sucede con otras trifluralinas. El menor control observado en este herbicida, podría estar determinado por una mayor retención por parte del rastrojo, dada su menor solubilidad en agua en comparación con los otros herbicidas. Rodrigues *et al.* (1997) en cultivo de maíz sobre cobertura muerta de *Avena Strigosa* de 0, 6000 y 12000 kg/ha con diferentes dosis de trifluralina, también Premerlin, de 0, 1200, 2400, 3600 y 4800 g/ha ia y 20 mm de riego para que lixivie el producto de la paja al suelo, concluyen que la trifluralina no llegó al suelo aún con riego.

También el mecanismo de retención del herbicida por el rastrojo podría explicar la respuesta observada con pendimetalin. Signoride (1996) observó para metolaclor, acetoclor y pendimetalin comportamiento errático en siembra directa en relación al eficiente control que realizan los mismos en laboreo convencional.

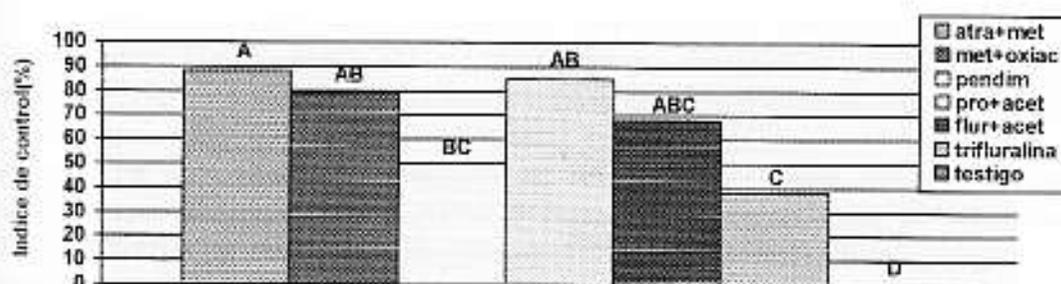


Figura 6. Índice de control en *D. sanguinalis* en los diferentes tratamientos químicos, a los 30 días .

En la evaluación de control de *D. sanguinalis* a los 60 días de aplicados los preemergentes, se determinaron los mayores valores en los tratamientos de atrazina+metolaclor, prometrina y flurocloridona en mezcla con acetoclor y metribuzin+oxiacetamida, superando el 85% (Figura 7). Estos resultados estarían indicando que el efecto herbicida persistió hasta los 60 días de la aplicación lo que permitiría mantener el cultivo libre de malezas en las etapas iniciales, potencializándose sus rendimientos. Nieto *et al.* (1968), establecen que para obtener los máximos rendimientos, las malezas deben ser controladas durante 4-6 semanas después de la siembra. Resultados que corroboran estas afirmaciones fueron obtenidos por Bochicchio & Arregui (1974), quienes determinaron menores rendimientos por efecto de la competencia de las malezas en el periodo comprendido entre 40 y 60 días después de la siembra.

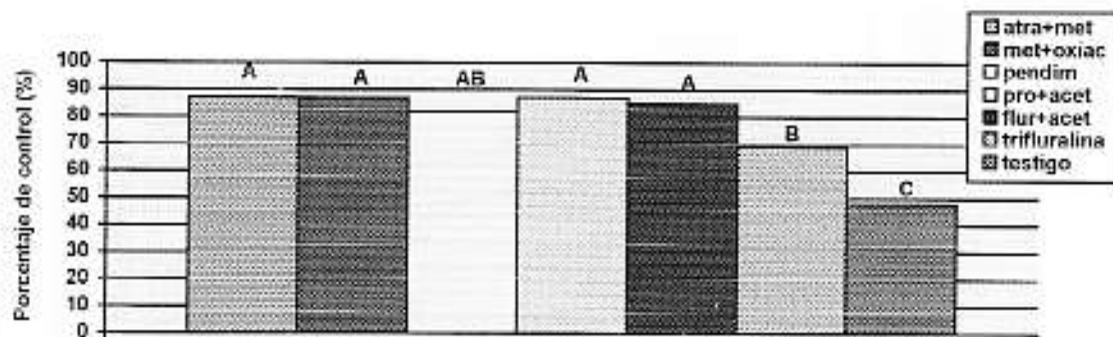


Figura 7. Porcentaje de control de los diferentes tratamientos químicos en *D. sanguinalis*, a los 60 días.

Como ya fue señalado en los distintos tratamientos de control el rastrojo afecta la emergencia de *D. sanguinalis*, obteniéndose mayores controles al aumentar el volumen del mismo. No obstante, aunque la interacción rastrojo*herbicida no fue significativa se seleccionaron dos tratamientos químicos, atrazina+metolaclor y trifluralina para comparar en cada situación de rastrojo las respuestas obtenidas. En la situación sin rastrojo, suelo desnudo, hay diferencias entre ambos tratamientos obteniéndose en atrazina+metolaclor un control de 87%, y 69% en trifluralina. Sin embargo, con la presencia de 2000 y 4000 kg/ha de rastrojo se observó un comportamiento similar en ambos tratamientos. Esto se debería al efecto del rastrojo, mas que al control de la trifluralina. También podría existir un efecto indirecto del rastrojo en el control, debido a que la superficie del suelo se encuentra mas húmeda bajo rastrojo pudiendo mejorar la eficiencia de la trifluralina. Crutchfield *et al.* (1985) observaron en metolaclor que la eficiencia de control aumentó con incrementos en el contenido de humedad del suelo. Similares resultados fueron señalados por Gerber *et al.* (1974) citado por Johnson & Coble (1986), donde la mayor humedad del suelo bajo rastrojo incrementó la actividad de los herbicidas. El tratamiento de atrazina+metolaclor no fue afectado por los volúmenes de rastrojos superando el 85% de control en las tres situaciones de rastrojo. lo cual indicaría que no habrían sido retenidos por la paja (Figura 8). Similares resultados fueron obtenidos por Fornarolli *et al.*, (1997) quienes determinaron que la atrazina luego de un riego de 20mm fue lixiviada al suelo no existiendo diferencias entre diferentes volúmenes de rastrojo y suelo desnudo.

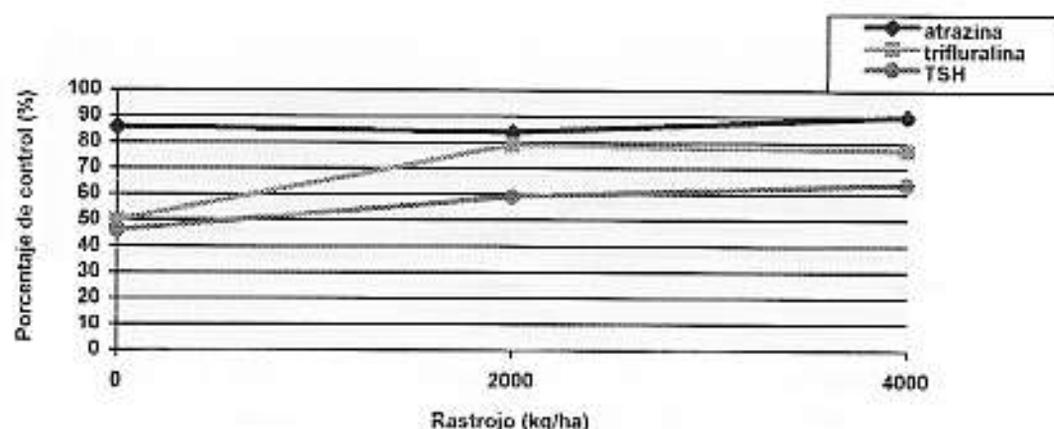


Figura 8. Porcentaje de control de los rastrojos en *D.sanguinalis* en la media de los tratamientos químicos y en los testigos sin herbicida, a los 60 días.

4.1.1.3. Efecto de la precipitación

Los diferentes niveles de precipitación no afectaron las poblaciones de *D.sanguinalis*. A los 60 días el comportamiento fue similar obteniéndose controles superiores a 75% en todos los niveles de precipitación.

4.1.2. *Echinochloa crusgalli*

4.1.2.1. Efecto del rastrojo

Como ya fue mencionado, en el análisis estadístico de la variable número de plántulas de *E.crusgalli* a los 30 días de aplicados los preemergentes se determinó efecto significativo del rastrojo, obteniéndose menor índice de control con 0 y 2000 kg/ha de rastrojo con respecto a 4000 kg/ha para los testigos sin herbicida (Figura 9). La presencia del rastrojo disminuyó la emergencia de esta gramínea al igual que en *D.sanguinalis*.

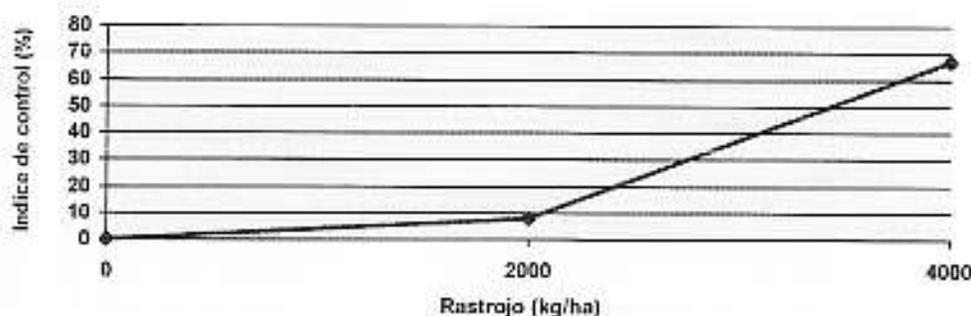


Figura 9. Efecto de los volúmenes de rastrojo en la emergencia de *E. crusgalli* en los testigos sin herbicida, a los 30 días.

En la evaluación realizada a los 60 días de la aplicación de los herbicidas, en *E. crusgalli* en los testigos sin herbicida, se observó en el tratamiento de 4000 kg/ha que persistía el efecto de interferencia en la emergencia de las malezas, determinándose un control de 53 %. En respuesta al control químico se determinó un porcentaje de control superior al 65 % en los tres tratamientos de rastrojo, lo cual mantendría el cultivo libre de malezas durante su periodo crítico. (Figura 10). Resultados similares fueron obtenidos por Fornarolli *et al* (1997), en *Brachiaria plantaginea* quienes con una dosis de 1250 g/ha de atrazina en dos niveles de cobertura de *A. Strigosa* de 4500 y 9000 kg/ha obtuvieron mayor control que con una dosis de 5000 g/ha de atrazina en suelo descubierto. Ambas coberturas aún sin herbicida reducen en torno de 90% la población de *E. crusgalli* a igual que para *D. sanguinalis* (Figura 5) se observa la sumatoria de los efectos rastrojo y herbicida

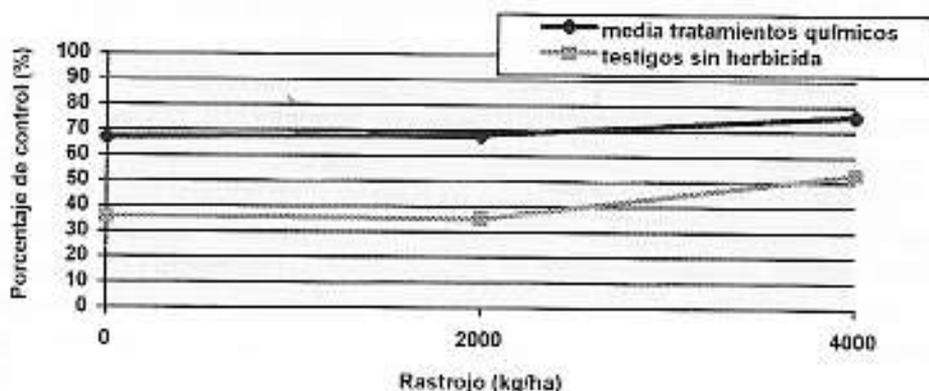


Figura 10. Porcentaje de control de los rastrojos en *E. crusgalli* para la media de los tratamientos quimicos y los testigos sin herbicida, a los 60 días.

4.1.2.2. Efecto de los herbicidas

En el conteo de *E. crusgalli* realizado a los 30 días de aplicados los herbicidas se cuantificaron menores emergencias en los tratamientos quimicos de atrazina+metolaclor, prometrina y flurocloridona en mezcla con acetoclor y metribuzin+oxiacetamida, obteniéndose controles superiores a 90% para los dos primeros tratamientos (Figura 11). Este comportamiento fue similar al descrito para *D. sanguinalis*.

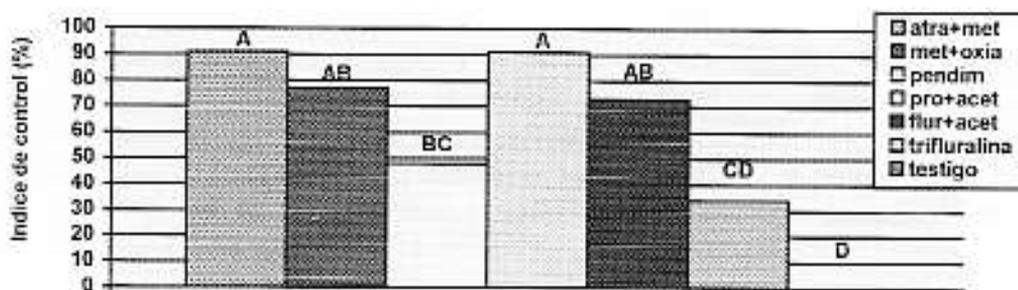


Figura 11. Índice de control en *E. crusgalli* en los diferentes tratamientos quimicos, a los 30 días.

A los 60 días de aplicados los herbicidas preemergentes los mayores porcentajes de control en *E. crusgalli* se determinaron con atrazina+metolaclor, prometrina y flurocloridona ambas en mezcla con acetoclor y metribuzin+oxiacetamida, superando el 75 % (Figura 12). Al igual que en *D. sanguinalis* el efecto herbicida persistió hasta los 60 días de la aplicación, mostrando los herbicidas similar comportamiento. El menor control con trifluralina se debería a su carácter alcalino y a su baja solubilidad en agua que determinaría mayores posibilidades de ser adsorbida a los coloides del suelo, disminuyendo entonces las posibilidades de ser absorbido por las plantas (Deuber, 1992). El comportamiento del pendimetalin es similar al ya descrito para *D. sanguinalis*, posiblemente la retención del herbicida por parte del rastrojo condicionaría el menor control

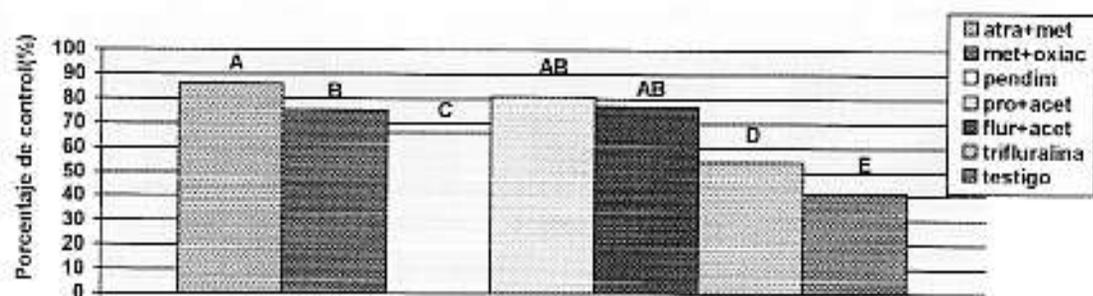


Figura 12. Porcentaje de control de los diferentes tratamientos químico: en *E. crusgalli*, a los 60 días

Aunque la interacción rastrojo*herbicida no fue significativa, se observó la tendencia a que las diferencias en porcentaje de control entre tratamientos son mas marcadas cuando no existe rastrojo en superficie. Al aumentar los volúmenes de rastrojo estas diferencias en la eficiencia de control se ven diluidas por la presencia del rastrojo. En los tratamientos de pendimetalin y trifluralina, el rastrojo determinó un mayor control (Figuras 13, 14 y 15).

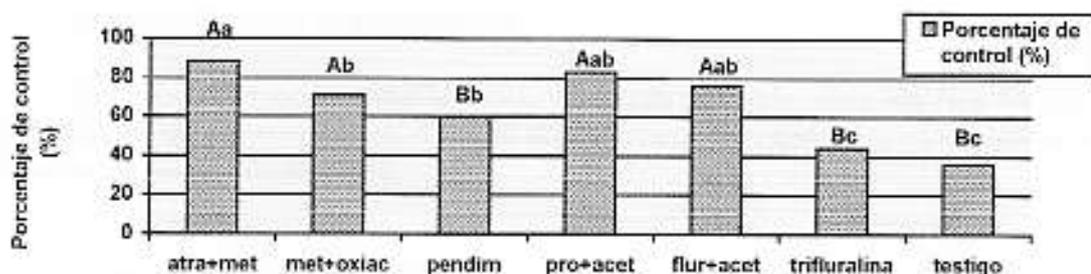


Figura 13. Porcentaje de control de los diferentes tratamientos químicos en *E. crusgalli* para 0 kg/ha de rastrojo, a los 60 días.

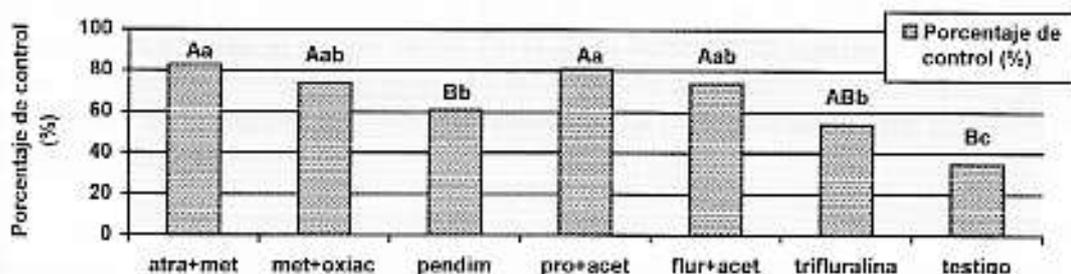


Figura 14. Porcentaje de control de los diferentes tratamientos químicos en *E. crusgalli* para 2000 kg/ha de rastrojo, a los 60 días.

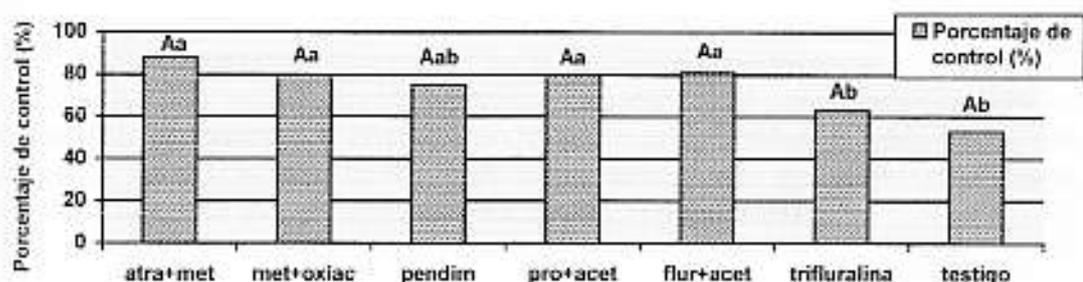


Figura 15. Porcentaje de control de los diferentes tratamientos químicos en *E. crusgalli* para 4000 kg/ha de rastrojo, a los 60 días.

Nota: Las letras mayúsculas representan diferencias entre los tratamientos de rastrojo y las minúsculas entre los tratamientos químicos dentro de cada nivel de rastrojo (Fig. 13-14 y 15).

4.1.2.3. Efecto de la precipitación

No hubo diferencias entre los tratamientos de precipitación a los 30 y 60 días de ser aplicados los preemergentes. A los 60 días se obtuvieron controles superiores al 60% en todos los niveles de precipitación.

4.2 CONTROL EN LATIFOLIADAS

4.2.1 *Portulaca oleracea*

A los 30 días de aplicados los preemergentes debido a que se observó diferencias en la emergencia de *P.oleracea* en la línea de siembra y en la entre línea, se cuantificó el número de plantas en ambos casos. En la línea hubo efecto significativo del rastrojo y de los herbicidas. En la entre línea no hubo efecto significativo del rastrojo, si de los herbicidas y de la interacción rastrojo*herbicida. La precipitación no fue significativa en ninguno de los casos.

En la evaluación realizada a los 60 días de la aplicación de los preemergentes, se determinó efecto significativo de los herbicidas, no siendo significativo el rastrojo, la precipitación y las distintas interacciones.

4.2.1.1. *Portulaca oleracea* en la línea

A los 30 días de la aplicación de los herbicidas se determinó menor índice de control en los tratamientos de 0 y 2000 kg/ha de rastrojo con respecto a los tratamientos de 4000 kg/ha para los testigos sin herbicida. Esta diferencia podría deberse a que luego del pasaje de la sembradora, el abresurco remueve más cantidad de suelo en la línea de siembra de los tratamientos de 0 y 2000 kg/ha, permitiendo una mayor emergencia de *P.oleracea* al existir menor interferencia del rastrojo (Figura 16).

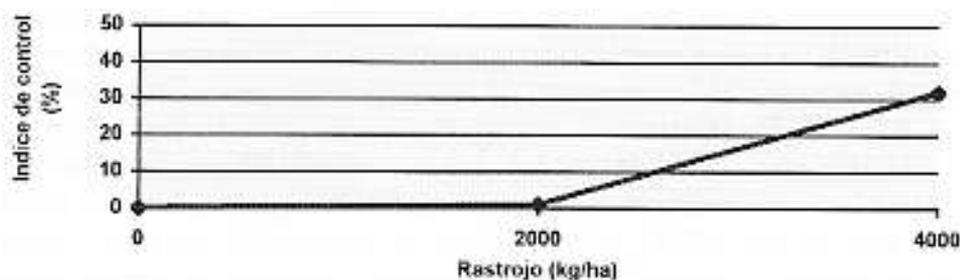


Figura 16. Índice de control en *P.oleracea* para los diferentes volúmenes de rastrojo en los testigos sin herbicida, en la línea, a los 30 días.

Si comparamos para cada situación de rastrojo los testigos sin herbicida en la línea y en la entre línea (Figura 17), se observó que el rastrojo afectó la emergencia de *P.oleracea*. Se constató mayor índice de control en la entre línea a medida que aumenta el nivel de rastrojo, en relación al presente en la línea, con 4000 kg/ha se obtuvo un control mayor a 30 % para la línea y a 40 % para la entre línea (Figura 17). El mayor control presente en la entre línea se debería a que el rastrojo no es removido en la operación de siembra, realizando una mayor interferencia para la emergencia de la maleza. Similares resultados fueron encontrados por Crutchfield *et al.*(1985) en *Echinochloa crus-galli*, *Panicum spp.* y *Amaranthus albus*.

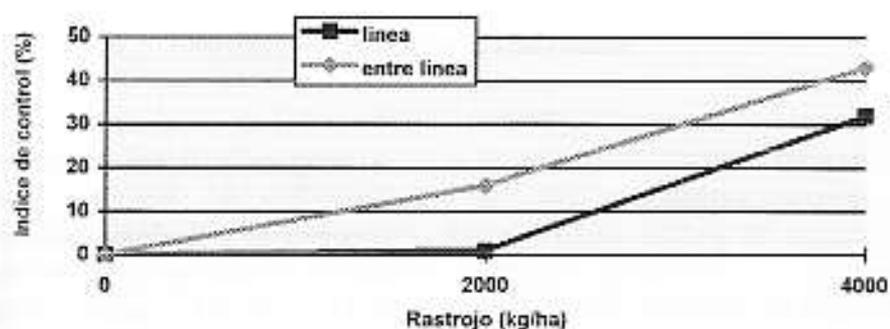


Figura 17. Índice de control en *P.oleracea* en la línea y en la entre línea para los testigos sin herbicida, a los 30 días.

Los tratamientos químicos que registraron mayor control en *Portulaca* en la línea fueron atrazina+metolaclor, prometrina y flurocloridona ambos en mezcla con acetoclor y metribuzin+oxiacetamida. Existe un mayor control por parte de las triazinas en comparación con pendimetalin y trifluralina (Figura 18). Giménez & Ríos (1992) determinaron excelente control (95-100 %) en *Portulaca* con atrazina y controles regulares (60-79 %) con pendimetalin. Resultados similares fueron obtenidos por Silva & Leites (1993) que observaron con dosis de 1200, 1800 y 2400 g ia/ha de trifluralina, un pobre control en especies dicotiledoneas. La trifluralina se destaca en su control de gramíneas, presentando menor control de latifoliadas.

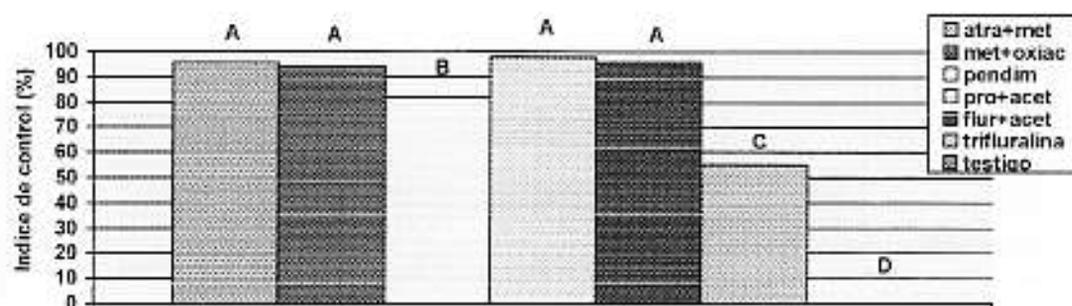


Figura 18. Índice de control en *Portulaca oleracea* en los diferentes tratamientos químicos, en la línea, a los 30 días.

4.2.1.2. *Portulaca oleracea* en la entre línea

Al analizar la interacción rastrojo*herbicida determinada en la evaluación realizada a los 30 días posteriores a la aplicación de los preemergentes, se observó mayor control de *P.oleracea* en los siguientes tratamientos químicos: atrazina+metolaclor, prometrina y flurocloridona ambos en mezcla con acetoclor y metribuzin+oxiacetamida superando el 80% de control para los diferentes volúmenes de rastrojo (Figuras 19, 20 y 21). Aunque el rastrojo interceptó la llegada del herbicida al suelo (Figura 3), la eficiencia de control fue similar posiblemente debido a las condiciones de humedad del rastrojo y del suelo al momento de las aplicaciones, como ya fue mencionado. El menor control del pendimetalin y de la trifluralina se debería a que realizan un mayor control de gramíneas y presentan un control regular en *P.oleracea* (Giménez & Ríos, 1992).

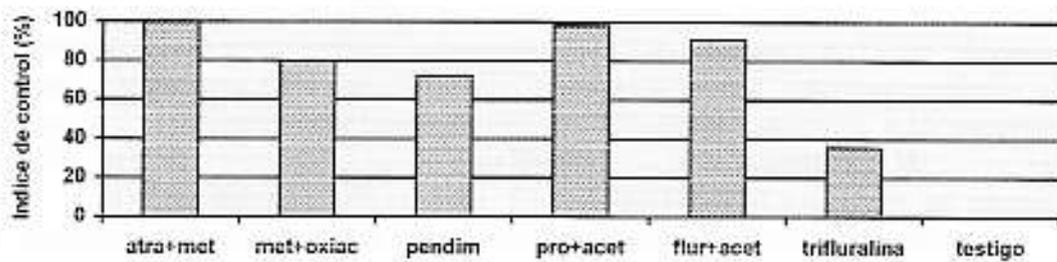


Figura 19. Índice de control en *Portulaca oleracea* para los diferentes herbicidas en 0 kg/ha de rastrojo, en la entre línea, a los 30 días.

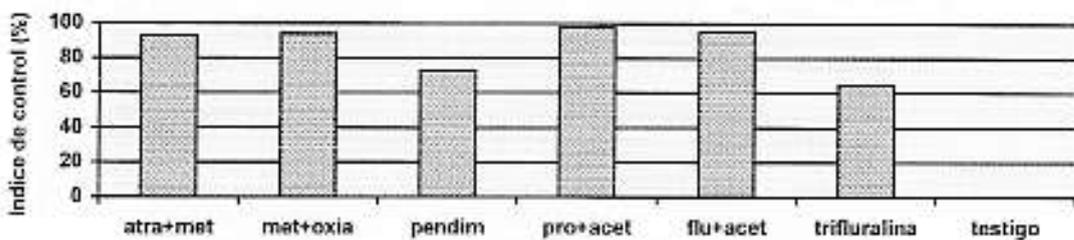


Figura 20. Porcentaje de control en *Portulaca oleracea* para los diferentes herbicidas en 2000 kg/ha de rastrojo, en la entre línea, a los 30 días.

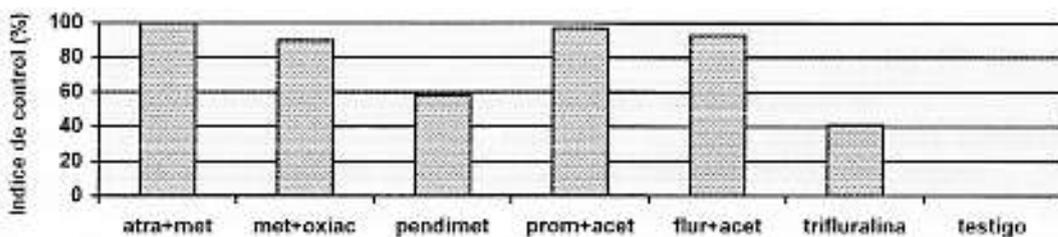


Figura 21. Porcentaje de control en *Portulaca oleracea* para los diferentes herbicidas en 4000 kg/ha de rastrojo en la entre línea, a los 30 días.

Nota: Los índices de control (%) están referido a los testigos sin herbicida de cada rastrojo.

En la evaluación de control de *Portulaca* realizada a los 60 días de aplicados los preemergentes, no se detectaron diferencias para los diferentes rastrojos, obteniéndose un control superior a 68% para la media de los tratamientos químicos e inferior a 20% de control en los testigos sin herbicida (Figura 22). Estos resultados estarían indicando que el control de *Portulaca* a los 60 días dependería de la persistencia de los herbicidas en el suelo y no del nivel de rastrojo. El residuo sobre la superficie no afectaría la performance de los herbicidas cuando son aplicados a las dosis recomendadas y en condiciones de humedad no limitantes, resultados similares son detectados por Erbach & Lovely (1975) quienes reportan que los herbicidas son afectados por los residuos cuando las dosis son reducidas y la lluvia es limitante.

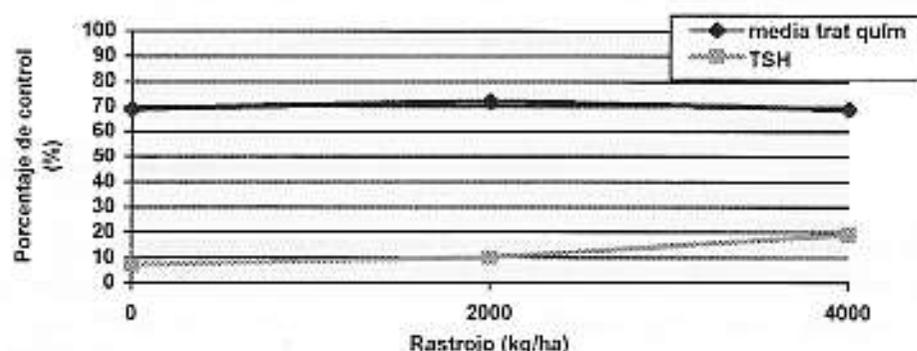


Figura 22. Porcentaje de control de los rastrojos en *Portulaca oleracea* para el media de los tratamientos químicos y los testigos sin herbicida, a los 60 días.

Los tratamientos químicos que obtuvieron mayor control a los 60 días de ser aplicados fueron atrazina+metolaclor, prometrina y flurocloridona ambos en mezcla con acetoclor y metribuzin+oxiacetamida, superando el 80%. Los menores controles los realizaron las dinitroanilinas (Figura 23). Los mayores controles logrados por las mezclas, estarían determinados por el eficiente control que realizan las triazinas en dicotiledoneas. En el caso de pendimetalin y trifluralina su control fue menor debido a que las dinitroanilinas son mas eficientes en el control de gramíneas anuales que en latifoliadas como ya fue mencionado.

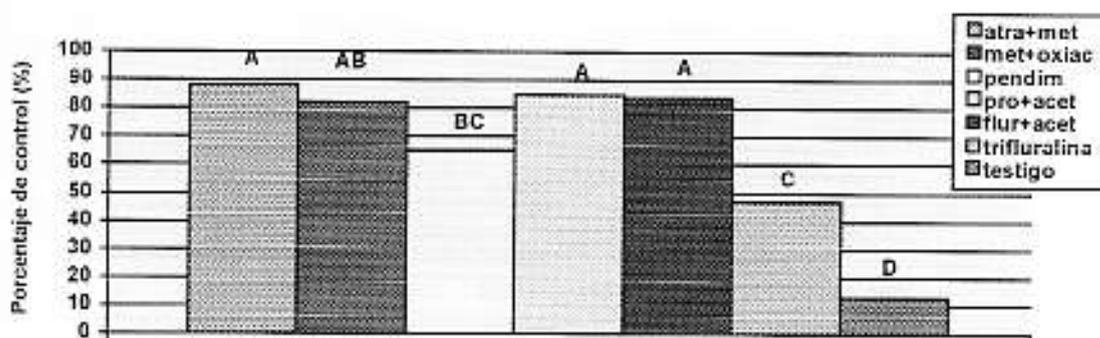


Figura 23. Porcentaje de control en *P. oleracea* para los diferentes tratamientos químicos, a los 60 días.

4.2.2 *Raphanus spp.*

En el análisis estadístico de la variable número de plantas de *Raphanus spp.* realizada a los 30 días de aplicados los herbicidas, no se determinó efecto del rastrojo, ni de la precipitación, ni de las interacciones, siendo significativo solamente el efecto de los herbicidas.

Sin embargo cuando es analizado el efecto del rastrojo en los testigos sin herbicida se determinó en los tratamientos de 4000 kg/ha de rastrojo, un control de 78%, y menores al 10% en los otros tratamientos (Figura 24). El control realizado en *Raphanus spp.* por el mayor volumen de rastrojo fue superior al observado en *P. oleracea* siendo para ésta última apenas de 43% de control.

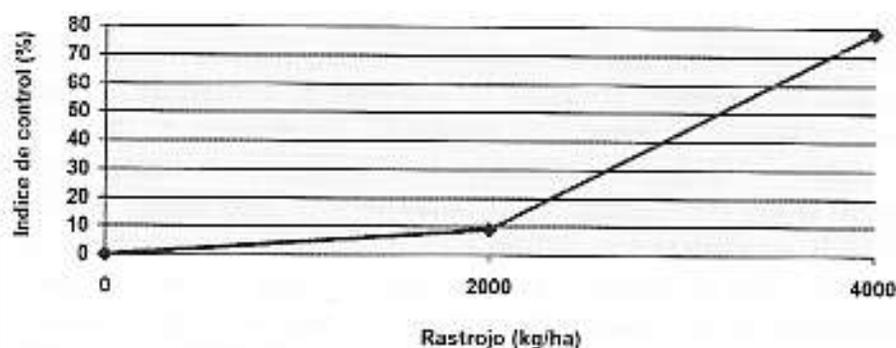


Figura 24. Indice de control en *Raphanus spp.* en los diferentes volúmenes de rastrojo para los testigos sin herbicida, a los 30 días

En *Raphanus spp.* en el conteo realizado a los 30 días, los herbicidas que obtuvieron mayor control fueron atrazina+metolaclor y flurocloridona+acetoclor superando el 80% de control (Figura 25). Las dinitroanilinas, pendimetalin y trifluralina tienen pobre control en *Raphanus spp.* debido a su mayor eficiencia en el control de gramíneas.

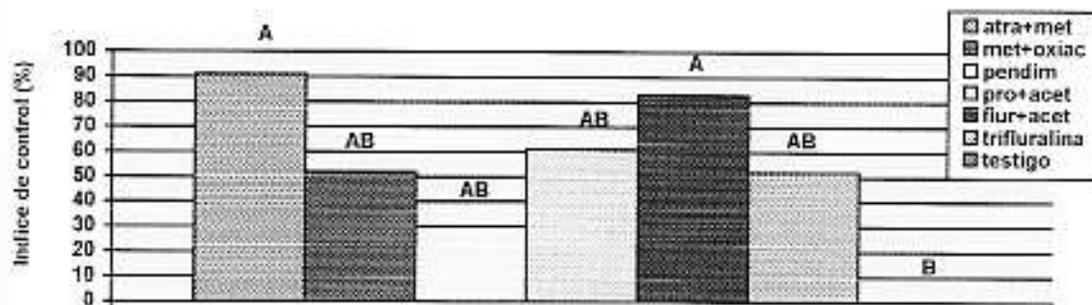


Figura 25. Indice de control en *Raphanus spp.* para los diferentes tratamientos químicos, a los 30 días.

A los 60 días de la aplicación de los preemergentes, no se detectó efecto del rastrojo ni de la precipitación, si fue significativo el efecto de los herbicidas y la interacción rastrojo*herbicida.

Al analizar la interacción rastrojo*herbicida, se observó en los tratamientos de rastrojo diferencias significativas en trifluralina. Los herbicidas se diferenciaron en los tratamientos de rastrojo de 2000 y 4000 kg/ha, no siendo así en suelo desnudo (Figura 26, 27 y 28). A pesar de las diferencias observadas en los tratamientos químicos, los mismos superan el 70% de control, obteniéndose buenos controles. La eficiencia de control fue similar posiblemente como ya fue mencionado por la ocurrencia de lluvias previo a la aplicación. En trifluralina a medida que se aumenta el volumen de rastrojo disminuye el control, posiblemente debido a la adsorción por el rastrojo por su menor solubilidad. A pesar de esto los controles observados en los tratamientos químicos de pendimetalin y trifluralina, no es dable esperar estos controles ya que los mismos presentan control regular a pobre de *Raphanus spp.*

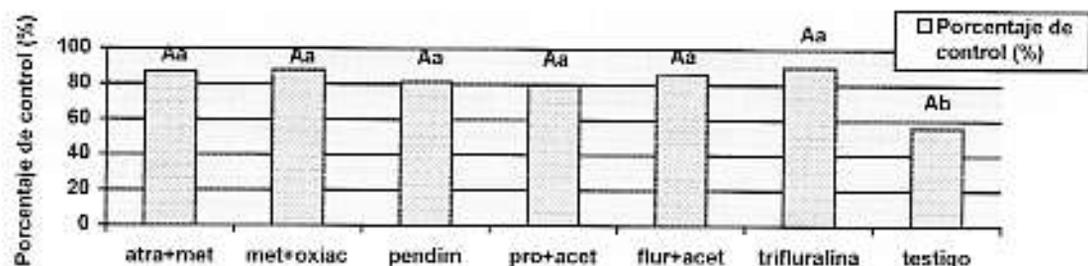


Figura 26. Porcentaje de control de los diferentes tratamientos químicos en *Raphanus spp.* para 0 kg/ha de rastrojo, a los 60 días.

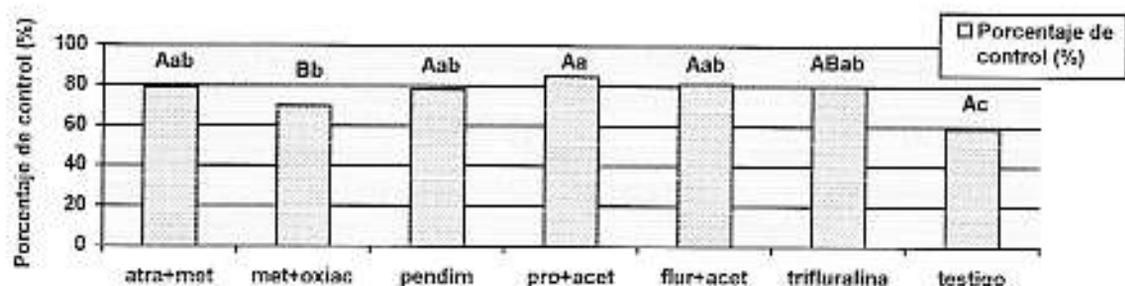


Figura 27. Porcentaje de control de los diferentes tratamientos químicos en *Raphanus spp.* para 2000 kg/ha de rastrojo, a los 60 días.

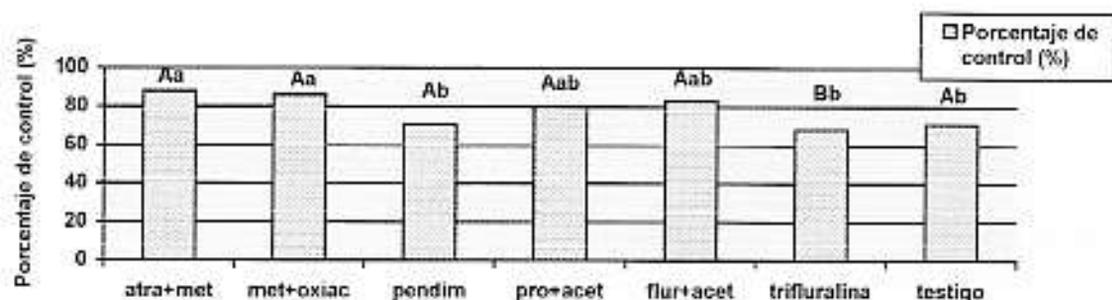


Figura 28. Porcentaje de control de los diferentes tratamientos químicos en *Raphanus spp.* para 4000 kg/ha de rastrojo, a los 60 días.

Nota: Las letras mayúsculas representan diferencias entre los tratamientos de rastrojo y las minúsculas entre los tratamientos químicos.

Los resultados reseñados para las distintas especies evaluadas indicarían que la presencia de residuos en superficie disminuyen la germinación de semillas fotoblásticas positivas, interfiriendo físicamente con el crecimiento de las plántulas. Asimismo, las características del herbicida y la ocurrencia de lluvias determinan el grado de retención por parte del rastrojo.

5. CONCLUSIONES

Se determinó mayor control de *Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa crusgalli* a mayores volúmenes de rastrojo a los 30 días de aplicados los preemergentes, a los 60 días los mayores controles en *D. sanguinalis* fueron con 2000 y 4000 kg/ha y en *E. crusgalli* con 4000 kg/ha de rastrojo.

En la evaluación realizada a los 30 días, en *Portulaca oleracea* se cuantificaron mayores índices de control con mayores volúmenes de rastrojo. A los 60 días las diferencias se diluyeron.

En *Raphanus spp* a los 30 días el mayor control se obtuvo con 4000 kg/ha para los testigos sin herbicida, a los 60 días se diluyeron las diferencias.

Para *Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa crusgalli* los herbicidas que tuvieron mayor control fueron atrazina+metolaclor, prometrina y flurocloridona, ambas en mezcla con acetoclor y metribuzin+oxiacetamida.

En *Portulaca oleracea* se obtuvo mayor control con atrazina+metolaclor, prometrina y flurocloridona, ambas en mezcla con acetoclor y metribuzin+oxiacetamida, siendo superiores al 80%.

Para *Raphanus spp.* se obtuvo mayor control con atrazina+metolaclor y flurocloridona+acetoclor a los 30 días de aplicados los preemergentes superando el 80%. A los 60 días de la aplicación, todos los herbicidas superan el 70% de control.

Los diferentes niveles de precipitación no afectaron las poblaciones de *D.sanguinalis* y *E.crusgalli*, en ninguna de las evaluaciones realizadas. En el número de plantas de *P.oleracea* y *Raphanus spp.* no se detectaron diferencias a los 30 días, lográndose a los 60 días 70 y 80% de control respectivamente, en los 3 niveles de precipitación.

Previo a la aplicación de los preemergentes llovieron 50mm, el rastrojo y el suelo estaban con alto contenido de humedad lo cual posiblemente haya diluido el efecto lluvia.

6. RESUMEN

En los sistemas de siembra directa los residuos de cultivos presentes en la superficie del suelo pueden alterar la comunidad de malezas y la eficiencia de control de herbicidas residuales, al retener el rastrojo parte de la dosis aplicada en comparación al laboreo convencional. El movimiento de los herbicidas a través de los rastrojos dependería entonces de la ocurrencia de lluvias posteriores a la aplicación que remuevan el herbicida hacia el suelo. El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de diferentes volúmenes de rastrojo y niveles de precipitación en la eficiencia de control de malezas de herbicidas preemergentes para siembra directa de sorgo y girasol. El experimento se instaló en el período comprendido entre diciembre de 1996 a marzo de 1997, sobre un rastrojo de trigo (*Triticum aestivum* L.) cv. INIA Chimango sembrado en mayo de 1996. Se evaluaron siete tratamientos de control, seis tratamientos de herbicidas preemergentes y un testigo sin herbicida, sobre tres volúmenes de rastrojos de 0, 2000, y 4000 kg MS/ha y tres niveles de precipitación de 0, 10, 40 mm. Las aplicaciones fueron realizadas en enero, las precipitaciones en los 10 días previos a éstas totalizaron 68mm. Las mezclas evaluadas expresadas en ia/ha fueron: atrazina+metolaclor a 1.5+1.2, metribuzin+oxiacetamida a 0.29+0.36, pendimetalin a 1.3, prometrina+acetoclor a 2.0+1.2, flurocloridona+acetoclor a 0.37+1.2, y trifluralina a 2.1. Se determinó el número de malezas a los 30 días y se realizó una evaluación visual de control a los 60 días de las aplicaciones. El volumen de rastrojo afectó la emergencia de gramíneas evidenciándose menor número de plantas de *Digitaria sanguinalis* en los tratamientos de 2000 y 4000 kg/ha de rastrojo y en *Echinochloa crusgalli* en los tratamientos de 4000 kg/ha. En *Portulaca oleracea* se cuantificaron mayores índices de control con mayores volúmenes de rastrojo, a los 60 días las diferencias se diluyeron. En *Raphanus spp* a los 30 días el mayor control se obtuvo con 4000 kg/ha, a los 60 días no hubo diferencias entre los rastrojos para el testigo sin herbicida. Los diferentes niveles de precipitación no afectaron las poblaciones de *D. sanguinalis* y *E. crusgalli*. En el número de plantas de *Portulaca oleracea* y *Raphanus spp* no se detectaron diferencias a los 30 días superando a los 60 días el 70 y 80% de control, respectivamente, en los tres niveles de precipitación. En *D. sanguinalis* y *E. crusgalli* los tratamientos que tuvieron mayor control fueron atrazina+metolaclor, prometrina y flurocloridona ambas en mezcla con acetoclor y metribuzin+oxiacetamida, persistiendo el control hasta los 60 días. En *Portulaca oleracea* se destacan los tratamientos químicos de atrazina+metolaclor, prometrina y flurocloridona ambas en mezcla con acetoclor y metribuzin+oxiacetamida, con controles superiores al 80 %. En *Raphanus spp* se obtuvo mayor control con atrazina+metolaclor y flurocloridona+acetoclor a los 30 días de la aplicación, a los 60 días los tratamientos químicos de atrazina+metolaclor, prometrina y flurocloridona ambas en mezcla con acetoclor, metribuzin+oxiacetamida, pendimetalin y trifluralina superan el 70% de

control. La presencia de rastrojo determinó menor emergencia de las especies presentes, mientras que los niveles de precipitación no incidieron en la comunidad de malezas, se destacan por su mayor control de malezas los tratamientos de atrazina+metolaclor, prometrina y flurocloridona ambas con acetoclor y metribuzin+oxiacetamida.

7. SUMMARY

In no till systems, the residue of the crop on the soil modify the kind of radiation that reaches to it, its temperature, the dynamic of water and nutrients, altering the community of weeds related to the present in conventional till. Under these conditions the residual herbicide control efficiency, can be altered by the presence of residue that would interceptate and retain part of the dose applied. The movement of the herbicide through the rests of the crop would depend then on the occurrence of precipitation after the application that remove the herbicide from the soil. The objective of this work was to assess the influence of different amounts of stubble and levels of precipitation in the control efficiency of pre-emergence herbicides on the no till sow of sorghum and sunflower. The essay was settled in the period between December 1996 and March 1997, on a wheat (*Triticum aestivum* L.) cv. INIA Chimango stubble, sowed on May 1996. It were assessed six treatments of pre-emergent herbicides on three stubble volumes: 0, 2000 and 4000 kg./ha. SP, and three levels of precipitation: 0, 10 and 40 mm., including three witnesses without herbicide, one per stubble and precipitation volume. The applications were made in January, the precipitation in the ten previous days totalled 68 mm. The mixtures assessed expressed as ia/ha. Were: atrazine + metolachlor, 1,5 + 1,2; metribuzin + oxiacetamida, 0,29 + 0,36; pendimethalin, 1,3; prometryn + acetochlor, 2,0 + 1,2; flurochloridone + acetochlor, 0,37 + 1,2; and trifluralin, 2,1. It was used a CO² constant pressure manual pulverizadora, provided of mouth piece Teejet 8002, and a volume of 180 l/ha., at a constant pressure of 2,5 kP/cm². The number of weeds was determined 30 days later, and a visual assessment of the control was made 60 days later of the applications. The stubble volume affected the emergence of gramineae, evidencing thus a lesser number of plants of *Digitaria sanguinalis* and *Echinochloa crusgalli* in the 4000 SP/ha. treatments. In the control visual assessment the behaviour of *Echinochloa* was similar. However, for *Digitaria* similar percentages of control were determined superior to 80% with 2000 and 4000 kg/ha. of stubble. For *Portulaca oleracea* with both volumes of stubble were quantified lesser emergencies, at 60 days a control superior to 68% was obtained for all the treatments. For *Raphanus spp* at 30 days, the best control was obtained with 4000 kg/ha., at 60 days there were no difference between the stubble for witness without herbicide. The different levels of precipitation did not affect the populations of *Digitaria* and *Echinochloa*. There were no differences in number of plants of *Portulaca oleracea* and *Raphanus spp* at 30 days, with a control at 60 days of over 70 and 80% respectively, at the three levels of precipitation. The chemical treatments controlled *Digitaria* and *Echinochloa*, persisting the control until 60 days, being remarkable the treatments of atrazine + metolachlor, prometryn and flurochloridone both mixed with acetochlor and metribuzin + oxiacetamida. For *Portulaca* the same named herbicide remark for gramineae, with controls superior to 80%. For *Raphanus spp*, it was obtained a major

control with atrazine + metolachlor and flurochloridone + acetochlor at 30 days of the application, making at 60 days a control over 70% for all the herbicides. The presence of stubble determined a lesser level of emergence of the present species, while the precipitation level did not affect the community of weeds, being noticeable due to its major control atrazine + metolachlor, prometryn and flurochloridone both mixed with acetochlor and metribuzin + oxiacetamida.

8. BIBLIOGRAFIA

- 1) ANCHIERI, C.; MAGRINI, A. 1981. Efecto residual de cuatro rastrojos de invierno en la producción de cultivos de verano sembrados con mínimo y cero laboreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uru., Facultad de Agronomía. 114 p.
- 2) BAEUMER, K. 1970. First experiences with direct drilling in Germany. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 18: 283-292.
- 3) BAKER, J.L.; LAFLEN, J.M.; HARTWIG, R.O. 1982. Effect of corn residue and herbicide placement on herbicide runoff losses. *Transactions of the ASAE* 25: 340-343.
- 4) _____; SHIERS, L.E. 1989. Effects of herbicide formulation and application method on washoff from corn residue. *Transactions of the ASAE* 32: 830-833.
- 5) BARREIRO, B.; MAZZILLI, A. 1994. Evaluación del primer año de una rotación agrícola con siembra directa en dos suelos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uru., Facultad de Agronomía.
- 6) BAUMAN, T. T.; ROSS, M. A. 1983. Effect of three tillage systems on the persistence of atrazine. *Weed Science* 31:423-426.
- 7) BEST, J.A.; WEBER, J.B. 1974. Disappearance of s-triazines as affected by soil pH using a balance sheet approach. *Weed Science* 22: 364-373.
- 8) BLEVINS, R.L.; COOK, D.; PHILLIPS, S.H. 1971. Influence of no-tillage on soil moisture. *Agronomy Journal* 63:593-596.
- 9) BOCHICCHIO, J; ARREGUI, C. 1974. Determinación del periodo de competencia de malezas mediante labores en el cultivo de girasol. Segunda Reunión Nacional de Girasol, IADO, 117-120.
- 10) BOND, J.J.; WILLIS, W.O. 1969. Soil water evaporation: surface residue rate and placement effects. *Soil Science Society of America Proceedings* 33: 445-448.
- 11) _____; WILLIS, W.O. 1970. Soil water evaporation: first stage drying as influenced by surface residue and evaporation potencial. *Soil Science Society of America Proceedings* 34:924-928.

- 12) _____; WILLIS, W.O. 1971. Soil water evaporation: long term drying as influenced by surface residue and evaporation potential. *Soil Science Society of America Proceedings* 35:984-987.
- 13) _____; POWER, J.F.; WILLIS, W.O. 1971. Tillage and crop residue management during seedbed preparation for continuous spring wheat. *Agronomy Journal* 63:789-793.
- 14) BOWMER, K.H. 1991. Atrazine persistence and toxicity in two irrigated soils of Australia. *Australian Journal of Soil Research* 29(2):339-350.
- 15) BRUCE, R.R.; HENDRIX P.F.; LANGDALE, G.W.; HARGROVE, W.L. 1991. Role of cover crops in recovery and maintenance of soil productivity. In *Cover Crops for Clean Water* (1991, Jackson, Tenn.). Proceedings. Ed by W.L. Hargrove. Ankeny, Iowa, Soil and Water Conservation Society. p. 109-115.
- Tomado de: CAB Abstracts on CD-ROM 1993-7/95.
- 16) BURNSIDE, O.C.; WICKS, G.A. 1967. The effect of weed removal treatments on sorghum growth. *Weeds* 15:204-207.
- 17) BURNSIDE, O.C.; WICKS, G.A. 1980. Atrazine carryover in soil in a reduced tillage crop production system. *Weed Science* 28: 661-666.
- 18) CONDÓN, F.; GHELFI, J.; PONS, C. 1995. Manejo de rastrojo de cebada para la siembra de girasol de segunda. Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uru., Facultad de Agronomía. 83p.
- 19) CRUTCHFIELD, D.A.; WICKS, G.A. 1983. Effect of wheat mulch level on weed control in ecofarming corn production. In *Meeting of the Weed Science Society of America* (1983). Abstracts.
- Tomado de: CAB Abstracts on CD-ROM 1984-1986.
- 20) _____; WICKS, G.A.; BURNSIDE, O.C. 1985. Effect of winter wheat (*Triticum aestivum*) straw mulch level on weed control. *Weed Science* 34:110-114.
- 21) DEUBER, R. 1992. Métodos de controle das plantas daninhas. In *Ciência das plantas daninhas; fundamentos*. Jaboticabal, FUNEP. v.1, p. 109-148.

Tomado de: CAB Abstracts on CD-ROM 1987-1989.

- 22) DOS SANTOS, C.A.L. & ROZANKSI, A. 1979. Controle de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.) por medio de herbicidas. *Planta Daninha* II, (2):120-123.
- 23) DÜRING, R.A.; HUMMEL, H.E. 1994. Fate of herbicide in no-tilled soils. In Experience with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries; concerted action (N° AIR 3-CT93-1464). Ed. by F. Tebrügge; A. Böhrsen. Langgöns, Fleck. p. 141-151.
- 24) EDWARDS, W.M.; SHIPITALO, M.J.; DICK, W.A.; OWENS, L.B. 1992. Rainfall intensity affects transport of water and chemicals through macropores in no till soil. *Soil Science Society of America Journal* 56: 52-58.
- 25) EGLEY, G. H. 1986. Simulation of weed seed germination in soil. *Reviews of weed Science* 2:67-89.
- 26) ELA, S.D.; GUPTA, S.C.; RAWLS, W. J. 1992. Macropore and surface seal interactions affecting water infiltration into soil. *Soil Science Society of America Journal* 56: 714 - 721.
- 27) ELLIOTT, L.F.; McCALLA, T.M.; WAISS JUNIOR, A. 1978. Phytotoxicity associated with residue management. In Crop residue management systems. Ed. W.R. Oschwald. Madison, Wis., ASA. Special Publication no. 31. p. 131-146.
- 28) ENZ, J.W.; BRUN, L.J.; LARSEN, J.K. 1988. Evaporation and energy balance for bare and stubble covered soil. *Agricultural and Forest Meteorology* 43(1):59-70.
- 29) ERBACH, D.C.; LOVELY, W.G. 1975. Effect of plant residue on herbicide performance in no-tillage corn. *Weed Science* 23:512-515.
- 30) FENNER, M. 1992. Environmental influences on seed size and composition. *Horticultural Reviews* 13:183-213.
- 31) FENSTER, C.R.; DOMINGO, C.E.; BURNSIDE, O.C. 1969. Weed control and plant residue maintenance with various tillage treatments in a winter wheat-fallow rotation. *Agronomy Journal* 61:256-259.
- 32) FERRIS, I.G.; FELTON, W.L.; HOLLAND, J.F.; BULL, M.S. 1989. Effect of tillage practice on the persistence of atrazine in two contrasting soils in New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 29:849-853.

- 33) FORCELLA, F.; BUHLER, D.D.; McGIFFEN, M.E. 1994. Pest management and crop residues. **In** Crops residue management Ed. by J.L. Hatfield; B.A. Stewart. Boca Raton, Lewis. p. 173-189.
- 34) FORNAROLLI, D.A.; RODRIGUES, B.N.; LIMA, J. de ; VALERIO, M.A. 1997. Influência da cobertura morta no comportamento do herbicida atrazine. **In** Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas (21., 1997, Caxambu, Minas Gerais, Bra.). Palestras e mesas redondas. Viçosa, SBCPD. p. 343.
- 35) FORTIN, M.C.; PIERCE, F. J. 1991. Retardation of corn vegetative development. *Agronomy Journal* 83:258-263.
- 36) _____; PIERCE, F. J. 1993. Soil temperature, soil water, and no-till corn development following in row residue removal. *Agronomy Journal* 85: 571-576.
- 37) _____; HAMILL, A.S. 1994. Rye residue geometry for faster corn development. *Agronomy Journal* 86:238-243.
- 38) GHADIRI, H.; SHEA, P.J.; WICKS G.A.1984. Interception and retention of atrazine by wheat (*Triticum aestivum* L.) stubble. *Weed Science* 32:24-27.
- 39) GIMÉNEZ, A.; RÍOS, A. 1992. Malezas en girasol. Montevideo, INIA. Serie Técnica no. 25. 11p.
- 40) GISH, T.J.; ISENSEE, A.R.; NASH, R.G.; HELLING, C.S. 1989. Effects of tillage on the preferential movement of herbicides. **In** Annual Winter Meeting of the American Association of Agricultural Engineers (1989). Proceedings. St. Joseph, Mo., ASAE. Paper no. 89-2505.
- 41) _____; HELLING, C.S.; MOJASEVIC, M. 1991. Preferential movement of atrazine and cyanazine under field conditions. *Transactions of the ASAE* 34: 1699-1705.
- 42) GREB, B.W. 1966. Effect of surface-applied wheat straw on soil water losses by solar distillation. *Soil Science Society of America Proceedings* 30:786-791.
- 43) _____; SMIKA, D.E.; BLACK, A.L. 1967. Effect of straw-mulch rates on soil water storage during summer fallow in the Great Plains. *Soil Science Society of America Proceedings* 31:556-559.

- 44) _____; SMIKA, D.E.; BLACK, A.L. 1970. Water conservation with stubble mulch fallow. *Journal of Soil and Water Conservation* 25:58-62.
- 45) GREEN, J.D.; HORTON, R.; BAKER, J.L. 1995. Crop residue effects on the leaching of surface-applied chemicals. *Journal of Environmental Quality* 24:343-351.
- 46) GUENZI, W.D.; McCALLA, T.M.; NORSTADT, F.A. 1967. Presence and persistence of phytotoxic substances in wheat, oat, corn, and sorghum residues. *Agronomy Journal*. 59: 163-165.
- 47) GULICK, S.H.; GRIMES, D.W.; MUNK, D.S.; GOLDHAMER, D.A. 1994. Cover-crop-enhanced water infiltration of a slowly permeable fine sandy loam. *Soil Science Society of America Journal* 58:1539-1546.
- 48) GUPTA, S.C.; RADKE, J.K.; LARSON, W.E. 1981. Predicting temperatures of bare and residue covered soils with and without a corn crop. *Soil Science Society of America Journal* 45:405-412.
- 49) _____; LARSON W.E.; ALLMARAS, R.R. 1984. Predicting soil temperatures and soil heat flux under different tillage-surface residue conditions. *Soil Science Society of America Journal* 48:223-232.
- 50) HALL, J.K.; MURRAY, M.R.; HARTWIG, N.L. 1989. Herbicide leaching and distribution in tilled and untilled soil. *Journal of Environmental Quality* 18: 439-445.
- 51) HANKS, R.J.; WOODRUFF, N.P. 1958. Influence of wind on water vapor transfer through soil, gravel, and straw mulches. *Soil Science* 86:160-164.
- 52) HOEFER, R.H.; WICKS, G.A.; BURNSIDE, O.C. 1981. Grain yields, soil water storage, and weed growth in a winter wheat-corn-fallow rotation. *Agronomy Journal* 73:1066-1071.
- 53) HORTON, R.; KLUITENBERG, G.J.; BRISTOW, K.L. 1994. Surface crop residue effects on the soil surface energy balance. In *Managing agricultural residues*. Ed. by P.W. Unger. Boca Raton, Lewis p. 143-162.
- 54) ISENSEE, A.R.; NASH R.G.; HELLING, C.S. 1990. Effect of conventional vs. no tillage on pesticide leaching to shallow groundwater. *Journal of Environmental Quality* 19: 434 - 440.

- 55) JOHNSON, M.D.; WYSE, D.L.; LUESCHEN, W.E. 1989. The influence of herbicide formulation on weed control in four tillage systems. *Weed Science* 37:239-249.
- 56) JOHNSON THIRD, W.C.; COBLE, H.D. 1986. Crop rotation and herbicide effects on the population dynamics of two annual grasses. *Weed Science* 34:452-456.
- 57) KAPUSTA, G.; STRIEKER, C.F. 1976. Herbicidal weed control in stubble no-till planted corn. *Weed Science* 24:605-611.
- 58) _____. 1979. Seedbed tillage and herbicide influence on soybean (*Glycine max*) weed control and yield. *Weed Science* 27:520-526.
- 59) KEARNEY, P.C.; SHEETS, T.J.; SMITH, J.W. 1964. Volatility of seven *s*-Triazines. *Weeds* 12:83-87.
- 60) KENIMER, A.L.; MOSTAGHIMI, S.; YOUNG, R.W.; DILLAHA, T.A.; SCHANHOLTZ, V.O. 1987. Effects of residue cover on herbicide losses from conventional and no-tillage systems. *Transactions of the ASAE* 30(4):953-959.
- 61) KIMBER, R.W.L. 1973. Phytotoxicity from plant residues; II. the effect of time of rotting of straw from some grasses and legumes on the growth of wheat seedlings. *Plant and Soil* 38:347-361.
- 62) LAL, R. 1976. No tillage effects on soil properties under different crops in Western Nigeria. *Soil Science Society of America Proceedings* 40: 762-768.
- 63) _____. 1978. Influence of within- and between- row mulching on soil temperature, soil moisture, root development and yield of maize (*Zea mays* L.) in a tropical soil. *Field Crops Research* 1:127-139.
- 64) LANGDALE, G.W.; PERKINS, H.F.; BARNETT, A.P.; REARDON, J.C.; WILSON JUNIOR, R.L. 1983. Soil and nutrient runoff losses with in-row chisel-planted soybean. *Journal of Soil and Water Conservation* 38: 297-301.
- 65) _____.; BLEVINS, R.L.; KARLEN, D.L.; McCOOL, D.K.; NEARING, M.A.; SKIDMORE, E.L.; THOMAS, A.W.; TYLER, D.D.; WILLIAMS, J.R. 1991. Cover crop effects on soil erosion by wind and water. In *Cover crops for clean water*. Ed. W.L. Hargrove. Ankeny, Iowa, Soil and Water Conservation Society. p. 15-22.

- 66) _____; MILLS, W.C.; THOMAS, A.W. 1992. Use of conservation tillage to retard erosion effects of large storms. *Journal of Soil and Water Conservation* 47:257-260.
- 67) LINDWALL, C.W.; LARNEY, F.J.; JOHNSTON, A.M.; MOYER, J.R. 1994. Crop management in conservation tillage systems. **In** *Managing agricultural residues*. Ed. by P.W. Unger. Boca Raton, Lewis. p. 185-209.
- 68) LOWDER, S.W.; WEBER, J.B. 1979. Atrazine retention by crop residues in reduced-tillage systems. **In** *Southern Weed Science Society Annual Meeting* (32., 1979). Proceedings, p. 303-307.
- 69) McCALLA, T.M.; ARMY, T.J. 1961. Stubble mulch farming. *Advances Agronomy* 13:188-190.
- 70) MANNERING, J.V.; MEYER, L.D. 1963. Effects of various rates of surface mulch on infiltration and erosion. *Soil Science Society of America Proceedings* 27:84-86.
- 71) MARTINO, D. 1994. Algunos factores de manejo. Montevideo, INIA. Boletín de divulgación no. 47. 14 p.
- 72) _____. 1997. Siembra directa en los sistemas agrícola-ganaderos del litoral. Montevideo, INIA. Serie técnica no. 82. 6 p.
- 73) MILLS, J.A.; WITT, W.W. 1989. Effect of tillage systems on the efficacy and phytotoxicity of imazaquin and imazethapyr in soybean (*Glycine max*). *Weed Science* 37:233-238.
- 74) NIETO, J.; BRONDO, M.A.; GONZALEZ, J.T. 1968. Critical periods of the crop growth cycle for competition from weeds. *PANS*, 14(2):159-166.
- 75) PÉREZ GOMAR, E.; GARCÍA PRECHAC, F. 1993. Manejo de suelos arenosos en Tacuarembó. Montevideo, INIA. Serie Técnica no. 33. 22 p.
- 76) PITELLI, R.A. 1996. Plantas daninhas no sistema de plantio directo de cultura anuais. **In** *Curso de siembra directa* (1996, Marcos Juárez, Córdoba, Arg.) PROCISUR-INTA Marcos Juárez.

- 77) PONSÁ, J.C.; PAPA, J.C.; PURICELLI, E.C.; CEPEDA, S.; TUESCA, D.; ROSSI, R. 1997. Control de malezas gramíneas anuales con herbicidas preemergentes en siembra directa de soja bajo riego. **In** Congreso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas (21., 1997, Caxambu, Minas Gerais, Bra.). Palestras e mesas redondas. Viçosa, SBCPD, p.127.
- 78) PUTNAM, A.R.; DUKE, W.B. 1978. Allelopathy in agroecosystems. *Annual Review of Phytopathology* 16: 431-451.
- 79) RADCLIFFE, D.E.; TOLLNER, E.W.; HARGROVE, W.L.; CLARK R.L.; GÖBALI, M.H. 1988. Effect of tillage practices on infiltration and soil strength of a typic Hapludult soil after ten years. *Soil Science Society of America Journal* 52:798-804.
- 80) RÍOS, A.; GIMÉNEZ, A. 1992. Ecofisiología de malezas. *Revista INIA Investigación Agropecuaria* 1(2) :157-166.
- 81) RODRIGUES, B.N.; LIMA, J.; FORNAROLLI, D.A. 1997. Aplicação de trifluralin em préemergência, sobre diferentes quantidades de cobertura morta, no sistema de plantio directo. **In** Congreso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas (21., 1997, Caxambu, Minas Gerais, Bra.). Palestras e mesas redondas. Viçosa, SBCPD, p. 365.
- 82) SADEGHI, A.M.; ISENSEE, A.R. 1992. Effect of tillage systems and rainfall patterns on atrazine distribution in soil. *Journal of Environmental Quality* 21: 464-469.
- 83) SCHERTZ, D.L. 1988. Conservation tillage: an analysis of acreage projections in the United States. *Journal of Soil and Water Conservation* 43: 256-258.
- 84) SCHONWALDER, D.H. 1996. Guía práctica para el control químico de malezas. Buenos Aires, INFORAGRO. 208 p.
- 85) SHEN, Y.; TANNER, C.B. 1990. Radiative and conductive transport of heat through flail-chopped corn residue. *Soil Science Society of America Journal* 54: 653-658.
- 86) SIGNORIDE, O. 1996. Siembra directa control de malezas. **In** Curso de siembra directa (1996, Marcos Juárez, Córdoba, Arg.). PROCISUR-INTA Marcos Juárez.

- 87) SIGUA, G.C.; ISENSEE, A.R.; SADEGHI, A.M. 1993. Influence of rainfall intensity and crop residue on leaching of atrazine through intact no-till soil cores. *Soil Science* 156 (4):225-232.
- 88) SILVA, J.B.; LEITES, A. 1993. Controle de gramíneas na cultura do milho (*Zea mays*) com trifluralin em pré e pós-emergência. **In** Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas (19., 1993, Londrina, Paraná, Bra.). Resumos. Londrina, SBHED. p 196.
- 89) SIMS, G.K.; BUHLER, D.D.; TURCO, R.F. 1994. Residue management impact on the environment. **In** *Managing agricultural residues*. Ed. by P.W. Unger. Boca Raton, Lewis. p. 77-98.
- 90) SMIKA, D.E. 1983. Soil water change as related to position of wheat straw mulch on the soil surface. *Soil Science Society of America Journal* 47:988-991.
- 91) SORENSON, B.A.; SHEA, P.J.; ROETH, F.W. 1991. Effects of tillage, application time and rate on metribuzin dissipation. *Weed Research* 31:333-345.
- 92) STEINER, J.L. 1994. Crop residue effects on water conservation. **In** *Managing agricultural residues*. Ed. by P.W. Unger. Boca Raton, Lewis. p. 41-76.
- 93) STICKLER, R.L.; KNAKE, E.L.; HINESLY, T.D. 1969. Soil moisture and effectiveness of preemergence herbicides. *Weed Science* 17: 257-259.
- 94) TANNER, C.B.; SHEN, Y. 1990. Solar-radiation transmittance of flail-chopped corn residue layers. *Soil Science Society of America Journal* 54:650-652.
- 95) TEASDALE, J.R.; BESTE, C.E.; POTTS, W.E. 1991. Response of weeds to tillage and cover crop residue. *Weed Science* 39:195-199.
- 96) UNGER, P.W.; ALLEN, R.R.; WIESE, A.F. 1971. Tillage and herbicides for surface residue maintenance, weed control, and water conservation. *Journal of Soil and Water Conservation* 26: 147-150.
- 97) _____. 1976. Surface residue, water application, and soil texture effects on water accumulation. *Soil Science Society of America Journal* 40:298-300.
- 98) _____. 1978. Straw mulch effects on soil temperatures and sorghum germination and growth. *Agronomy Journal* 70:858-864.

- 99) _____; WIESE, A.F. 1979. Managing irrigated winter wheat residues for water storage and subsequent dryland grain sorghum production. *Soil Science Society of America Journal* 43:582-588.
- 100) _____. 1988. Residue management effects on soil temperatures. *Soil Science Society of America Journal* 52:1777-1782.
- 101) WEED, D.A.J.; KANWAR, R.S.; STOLTENBERG, D.E.; PFEIFFER, R.L. 1995. Dissipation and distribution of herbicides in the soil profile. *Journal of Environmental Quality* 24:68-79.
- 102) WICKS, G.A. 1976. Ecofallow: a reduced tillage system for the Great Plains. *Weeds Today* 7:20-23.
- 103) _____; BURNSIDE, O.C.; FELTON, W.L. 1994. Weed control in conservation tillage systems. In *Managing agricultural residues*, Ed. by P.W. Unger. Boca Raton, Lewis, p. 211-244.
- 104) _____; CRUTCHFIELD, D.A.; BURNSIDE, O.C. 1994. Influence of wheat (*Triticum aestivum*) straw mulch and metolachlor on corn (*Zea mays*) growth and yield. *Weed Science* 42:141-147.
- 105) WILHELM, W.W.; DORAN, J.W.; POWER, J.F. 1986. Corn and soybean yield response to crop residue management under no-tillage production systems. *Agronomy Journal* 78:184-189.
- 106) WRUCKE, M.A.; ARNOLD, W.E. 1985. Weed species distribution as influenced by tillage and herbicides. *Weed Science* 33:853-856.
- 107) ZIMDAHL, R.L.; GWYNN, S.M. 1977. Soil degradation of three dinitroanilines. *Weed Science* 25: 247-251.
- 108) _____; CLARK, S.K. 1982. Degradation of acetanilide herbicides in soil. *Weed Science* 30:545-548.