

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DETERMINACION DE UMBRALES DE DAÑO ECONOMICO DE MALEZAS EN
GIRASOL EN SIEMBRA DIRECTA

Por

Mario Alejandro BRASIL VOLPE
Diego Federico NICOLA JAUMANDREU

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACION Y
BIBLIOTECA

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2001

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Grisel Fernandez

.....

Ing Agr. Juana Villalba

.....

Ing. Agr. Oswaldo Ernst

Fecha:.....

Autor:

Mario Alejandro Brasil Volpe

.....

Diego Federico Nicola Jaumandreu

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro N°	Página
1	Detalle de los experimentos14
2	Descripción de los tratamientos14
3	Concentración de los principios activos 15
4	Detalle de las evaluaciones del Experimento 1 16
5	Detalle de las evaluaciones del Experimento 217
6	Precipitaciones durante el experimento 18
7	Comportamiento de los tratamientos en <i>Digitaria sp.</i> y <i>S. geniculata</i> a los 22 dps (pl/m ²) 21
8	Población de <i>S. geniculata</i> para las dos fechas de conteo 24
9	Cálculo de umbrales de daño económico..... 41
10	Incremento por hectárea debido a la aplicación..... 41
Figura N°	
1	Composición del enmalezamiento a los 22 dps (pl/m ²) 19
2	Densidad de malezas a los 22 dps para los distintos tratamientos20
3	Comportamiento de los herbicidas preemergentes a los 22 dps para <i>Digitaria sp.</i> y <i>S. geniculata</i>21
4	Comportamiento de los tratamientos para gramíneas (42 dps)..... 22
5	Comportamiento de los tratamientos para el total de malezas (42 dps)22

6	Evolución de la población de malezas gramíneas	23
7	Evaluación de control de los trat. postemergentes.....	24
8	Fitomasa de malezas a cosecha (gr/m^2)	25
9	Fitomasa de <i>S. geniculata</i> a cosecha (gr/m^2)	26
10	Reinfestación potencial de malezas estimada a cosecha ($\text{n}^\circ \text{ inf}/\text{m}^2$).....	27
11	Caracterización del enmalezamiento (pl/m^2)	29
12	Enmalezamiento (pl/m^2) a los 21 dps	30
13	Porcentaje de control de malezas a los 21 dps.....	31
14	Promedio de densidad para los tratamientos preemergentes (pl/m^2) a los 40 dps.	32
15	Evolución de la población de <i>D.sanguinalis</i> (pl/m^2)	33
16	Evolución de la población total de malezas (pl/m^2)	33
17	Composición del potencial de reinfestación (n° de estr. reproductivas/ m^2)	34
18	Fitomasa de malezas a cosecha (gr/m^2)	36
19	Rendimiento en Girasol ($\text{kg}.\text{ha}^{-1}$).....	37
20	Peso de cien granos (gramos)	38
21	Regresión malezas-rend. para todos los pares de valores de los 2 exp.....	40
22	Regresión malezas-rend. para los pares de valores en los testigos sucios de los 2 experimentos.....	40

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	I
AGRADECIMIENTOS	II
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	III
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</u>	3
2.1 <u>CONCEPTO DE UMBRAL</u>	3
2.1.1 <u>Umbral de competencia o umbral biológico</u>	3
2.1.2 <u>Umbral estadístico</u>	3
2.1.3 <u>Umbral de daño económico o umbral de daño</u>	4
2.1.4 <u>Umbral de daño económico óptimo u óptimo de largo plazo</u>	4
2.1.5 <u>Umbral predictivo</u>	4
2.2 <u>COMO SE CALCULA EL UDE</u>	5
2.2.1 <u>El Método de Norton</u>	5
2.2.2 <u>El método de Cousens</u>	6
2.2.2.1 <u>Críticas al modelo de Cousens</u>	7
2.3 <u>PROBLEMAS PACTICOS EN EL USO DE UDE</u>	8
2.4 <u>CUAL UMBRAL UTILIZAR</u>	11
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	13
3.1 <u>UBICACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS</u>	13
3.2 <u>TRATAMIENTOS Y METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN</u>	13
3.3 <u>DESCRIPCION DE LOS EXPERIMENTOS</u>	14
3.4 <u>DETERMINACIONES</u>	15
3.4.1 <u>Determinaciones en el cutivo</u>	15
3.4.2 <u>Determinaciones en la maleza</u>	15
3.5 <u>DISEÑO EXPERIMENTAL Y PROCESAMIENTO DE DATOS</u>	17
3.6 <u>PRECIPITACIONES DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL</u>	18
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	19
4.1 <u>EXPERIMENTO N° 1</u>	19
4.1.1 <u>Caracterización del enmalezamiento</u>	19
4.1.2 <u>Resultados en malezas</u>	20
4.1.3 <u>Resultados en cultivo</u>	27
4.1.4 <u>Cálculo de umbrales de daño económico</u>	28

4.2 EXPERIMENTO N° 2	29
4.2.1 <u>Caracterización del enmalezamiento</u>	29
4.2.2 <u>Resultados en malezas</u>	30
4.2.3 <u>Resultados en cultivo</u>	36
4.2.4 <u>Relaciones malezas-cultivo</u> ...	38
4.2.5 <u>Cálculo de umbrales de daño económico</u>	39
5. <u>CONCLUSIONES</u>	43
5.1 EXPERIMENTO 1.....	43
5.2 EXPERIMENTO 2..	44
6 <u>RESUMEN</u>	46
7. <u>SUMMARY</u>	47
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	48
9. <u>APENDICES</u>	50

1. INTRODUCCIÓN

La disminución de los precios de los cereales lleva a un incremento en la proporción de los costos al evaluar la rentabilidad de los cultivos y esto implica necesariamente que deban ser estudiados más cuidadosamente. Uno de los tantos costos a tener en cuenta es el de los herbicidas, por lo que el uso de umbrales de daño económico resulta de gran utilidad a la hora de tomar una decisión de aplicación. (Thornton et al.; 1989)

A esta consideración debería sumársele la creciente concientización de los efectos secundarios de la aplicación de herbicidas. Estos son los costos y beneficios que no son tomados en cuenta por los productores al tomar decisiones económicas, y que tampoco afectan los presupuestos del cultivo. Del punto de vista ambiental, los costos deberían incluir los residuos químicos que quedan en el suelo, la contaminación de las fuentes de agua, y la reducción directa de las especies de la naturaleza.

Del punto de vista social estos costos incluyen los efectos adversos sobre operarios y consumidores. Como la percepción pública de estos costos aumenta, algunos gobiernos intentan que los productores los tengan en cuenta en las decisiones del día a día.

Si los productores son inducidos, por leyes o presión económica, a dejar de lado el control químico preventivo, una de las alternativas que tienen éstos es la de establecer un sistema más complejo para decidir cuando y qué aplicar. Esta posibilidad llevaría a una reducción de los costos sociales y ambientales, ambos reales y percibidos. Esta, a su vez, llevaría a una mayor utilidad del concepto de UDE.

En un intento de reflejar la importancia de los UDE, Cousens (1986) afirmó que en el control integrado de malezas, el uso de herbicidas es justificado solamente cuando el daño económico causado por la población de malezas es mayor que el costo del tratamiento. Con esta base se acepta un cierto nivel de daño y también una cierta presencia de malezas; debiendo ambos límites ser muy precisos.

Todos estos conceptos muestran la importancia de establecer umbrales de daño económico para el control de malezas, evitando así, el uso de herbicidas innecesario en cuanto al retorno económico que éste implica.

Un porcentaje importante del área de cultivos de verano en el país se realiza con Girasol sembrado sin laboreo. El manejo de malezas en estas condiciones es fuertemente dependiente de la utilización de herbicidas y éstos, dependiendo de las características de

la problemática de malezas, pueden representar considerable proporción del costo del cultivo.

La información relativa al comportamiento de los herbicidas preemergentes en condiciones de siembra directa así como las concerniente a los postemergentes para el control de hojas anchas, de reciente introducción en este cultivo, es muy limitada, y por ende, también es escasa la relativa a la rentabilidad de las distintas opciones de control químico disponible.

El presente trabajo forma parte de un Proyecto que tiene por objetivos la determinación de umbrales de daño económico para malezas de girasol en siembra directa y de los factores involucrados en su variabilidad. Los objetivos específicos del estudio que se presenta consistieron en la determinación de los umbrales de daño económicos para 5 ambientes productivos diferentes y 7 opciones de control químico.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 CONCEPTOS DE UMBRALES

El concepto que el umbral de daño económico es aquella densidad de malezas por encima de la cual merece la pena controlar, es simple y atractivo. En realidad este concepto simple encierra una cantidad de interacciones complejas. Para establecer un umbral se requiere predicción biológica, económica y una síntesis entre éstas y los costos de control

El concepto general de umbral puede ser resumido como la mínima intensidad de un factor a la que se comienza a dar un proceso, o se justifica una acción. De este concepto se desprenden diferentes tipos de umbrales.

Por un lado estarían las definiciones que apuntan a la reducción de rendimiento como consecuencia de la competencia que implican las malezas. Estas serían:

2.1.1 Umbral de competencia o umbral biológico. (Moody 1983)..

Es la densidad de las malezas a la cual comienza la competencia, y por debajo de la cual no hay pérdidas de rendimiento.

Otra definición de este tipo de umbral es la de Oliver (1988), para quien el umbral es la densidad de las malezas por encima de la cual los rendimientos de los cultivos se reducen significativamente, según el mismo autor, generalmente en un 10 a un 20 %.

2.1.2 Umbral estadístico. (Mercado 1979.; Koch et al, 1989.).

Es aquella densidad de malezas en la que las pérdidas de rendimiento son estadísticamente significativas. Dicho de otra forma, es la mínima densidad de malezas a la que se puede demostrar estadísticamente una pérdida de rendimiento.

Es muy frecuente pensar que estas definiciones son sinónimos, lo que está mal. El umbral estadístico dependerá del diseño experimental, grado de repetición, variabilidad de los datos y susceptibilidad del cultivo. Más allá de esto, su uso práctico es cuestionado. Especialmente, sería inapropiado para análisis económicos porque los costos del tratamiento usualmente son menores que el valor de las pérdidas de rendimiento detectables estadísticamente.

El otro enfoque que se le puede dar a las definiciones es el que se basa en términos económicos. Aquí entrarían las siguientes definiciones:

2.1.3 Umbral de daño económico ó umbral de daño (Walker 1983).

Es la población de malezas a la cual el costo del control iguala al beneficio obtenido por controlar en el periodo de un año. Este dependerá del herbicida y del comportamiento del mismo.

Aunque sea fácil de calcular, su uso práctico es limitado, ya que no toma en cuenta lo que pasaría en el futuro si se decide aplicar, ni tampoco considera la variabilidad que puede presentar, en cuanto a su comportamiento, el herbicida. Capaz que es mejor visto como un límite para cualquier decisión de aplicar.

Otra definición de este tipo de umbral es la siguiente: “a medida que la población de malezas por unidad de espacio aumenta, la ganancia en rendimiento del cultivo al hacer control químico aumenta más que el costo del químico y su aplicación”. La densidad umbral es aquella a la que el costo de la aplicación iguala al beneficio económico que ésta implica. (Cussans et. al, 1986).

Por último cabe mencionar la definición planteada por Cardina (1995): “el umbral de daño económico es la densidad de malezas a la cual el valor en dólares de la ganancia en rendimiento por hacer control de malezas equivale al costo del control”.

2.1.4 Umbral de daño económico óptimo u óptimo de largo plazo.

El concepto fue introducido por Doyle (1986) y Cousens (1986). Es la densidad por encima de la que las malezas deben ser controladas para obtener retorno económico en una serie de años. Este umbral se encuentra por debajo del UDE.

Hay un tercer grupo de definiciones que no entraría en ninguno de los grupos anteriores.

La primera de éstas, está estrechamente relacionada con la que plantearon Doyle y Cousens, a diferencia de que en ningún momento considera implicancias económicas. Esta es:

2.1.5 Umbral predictivo.(Walker, 1983).

Es la densidad a la cual se deben tomar medidas de control para prevenir que la infestación alcance un nivel predeterminado con el correr del tiempo. Este concepto es aplicable a malezas que se reproducen por semillas y presentan baja homogeneidad y grado moderado de dormancia, ya que hay una correlación entre el número de semillas producidas en un año, y el número de semillas germinadas el siguiente año.

Por último, existen dos conceptos más de umbrales. El primero es el umbral de seguridad, el que tiene en cuenta el “riesgo” de que no haya un buen control de malezas.

El otro es el umbral subjetivo visual, en el cual no se maneja ningún tipo de medición o estimación del enmalezamiento, sino que se toman decisiones según percepción visual. Este umbral es muy utilizado por su facilidad y practicidad de uso.

2.2. COMO SE CALCULA EL UDE

Dos de los métodos más frecuentemente utilizados son los que se detallan a continuación.

2.2.1 El método de Norton.

Para el caso de que haya una sola especie maleza afectando al cultivo, el UDE puede ser escrito de la siguiente forma (Norton, 1976):

$$UDE = \frac{C}{pwk}$$

Donde:

UDE (en densidad de malezas en pl/há.)

C: costo de la aplicación/há.

w: coeficiente de daño (pérdida de rend/há por incremento de Dens. de malezas)

k: reducción proporcional de enmalezamiento asociado a la aplicación

p: precio recibido por tonelada de cultivo

w y k generalmente no son constantes, pero tampoco son funciones lineales.

La estimación de UDE entonces es dependiente de la siguiente información de la combinación cultivo-maleza.

- 1) Una función de pérdida de rendimiento del cultivo, relacionando ésta con la densidad de malezas.
- 2) Una función de respuesta relacionando la aplicación de herbicida con el rendimiento del cultivo (qué ocurre en ausencia de malezas).
- 3) Una función que relacione la aplicación de herbicida con la consecuente reducción en la densidad de malezas.
- 4) Expectativa de rendimiento y precios.
- 5) Costos de aplicación y materiales
- 6) Carga estimada de malezas (densidad).

En la mayoría de modelos de umbrales no se toma en cuenta la distribución espacial de las malezas, y 2) es a veces ignorado; para llevarlo a la práctica, el productor debe determinar si la densidad de malezas es mayor a la densidad umbral. Si lo es, entonces el control es garantido.

2.2.2 El método de Cousens.

El otro método y más utilizado para el cálculo de umbrales de daño económico es el que plantea Cousens en su trabajo en 1987. Este autor propone que el UDE, o densidad a la cual el beneficio de controlar iguala al costo de la aplicación se calcule de la siguiente forma:

$$(1-H) \left(\frac{i}{a}\right)^2 D^2 + \left(2 - H - \frac{PY_m aH}{Ch + Ca}\right) \left(\frac{i}{a}\right) D + 1 = 0$$

Donde: H es la fracción de malezas controlada por el tratamiento.

P es el precio obtenido por el cultivo.

Y_m es el rendimiento en ausencia de malezas

i es la tangente cuando D tiende a cero.

a es la asíntota cuando D tiende a infinito.

Ch y Ca son el costo del herbicida y de la aplicación respectivamente.

Para hallar el UDE se debe resolver la ecuación de 2º grado y tomar el valor más bajo.

$$UDE = \frac{\left(\frac{PY_m aH}{Ch + Ca} + H - 2\right) - \sqrt{\left(2 - H - \frac{PY_m aH}{Ch + Ca}\right)^2 - 4(1 - H)}}{2(1 - H) \frac{i}{a}}$$

Los coeficientes necesarios para estos cálculos derivan de la función que relaciona la pérdida de rendimiento del cultivo (*L*) con la densidad de malezas (*D*), la cual es del tipo hiperbólico según el mismo autor (Cousens, 1985) y responde a la siguiente ecuación:

$$L = \frac{iD}{1 + \left(\frac{i}{a}\right)D}$$

Donde: D es la densidad de malezas.

i es la tangente cuando D tiende a cero.

a es la asíntota cuando D tiende a infinito

Este método rechaza la aproximación lineal puesto que el modelo lineal ($L = iD$) sólo puede ser una buena aproximación al modelo de hipérbola a bajas densidades de malezas, cuando la competencia intraespecífica es baja. En estas condiciones puede esperarse que el efecto de las malezas sea aditivo, y que el % de pérdida causado por las malezas sea constante a medida que la densidad aumenta.

Por estas razones el uso de modelos lineales se restringe a densidades bajas de malezas.

2.2.2.1 Críticas al método de Cousens,

Una de las críticas sugeridas para este modelo es que para calcular a es necesario tener valores de densidad muy altos, los que generalmente no se encuentran a campo. Esto lleva a que la estimación de a no sea muy buena (Cousens, 1991).

Por esto el modelo lineal es a veces, una suficiente aproximación al modelo de hipérbola, cuando se considera un rango de densidades bajo.

En todos los casos, a pesar de la pobre estimación de a , el rendimiento estimado en ausencia de malezas y el menor residuo en el análisis muestran que el modelo de hipérbola se ajusta mejor que el lineal, aún a bajas densidades.

Cuando se calcula el i por ambos modelos (regresión lineal e hipérbola), éste resulta siempre mayor en el caso de regresión de hipérbola. Esto confirma que el modelo lineal no provee de una buena estimación de la habilidad competitiva de las malezas a bajas densidades.

Se ha sostenido además que el modelo hiperbólico pese a permitir la estimación de los rendimientos asintóticos en las altas densidades de malezas, sobrestima los impactos de malezas en las bajas densidades como consecuencia de la pendiente inicial y de esta forma induce al cálculo de UDE más bajos de los que deberían utilizarse.

Una solución a esta limitante de los modelos hiperbólicos propuesta por Morgan et al. (1975) y Silvertown, 1982, citados por Ngouajio et al. en 1999 es la utilización de modelos sigmoidales. Sin embargo no existe consenso hasta el presente, según estos últimos autores, en relación a cual de los dos modelos describe mejor la relación entre la infestación de malezas y el rendimiento del cultivo. Inclusive, según Swinton et al. (1996), cuando se pretende analizar bases amplias de información incluyendo la elevada

variabilidad experimental debería utilizarse el modelo de Morgan-Mercer-Flodin (MMF model)

Ngouajio et al. (1999) estudiando las ventajas comparativas de un modelo sigmoideal flexible derivado del MMF model en relación al modelo hiperbólico sólo encontraron mejoras en 1 de los 16 casos estudiados. De cualquier forma insisten en la utilidad del uso de este último tipo de modelos en el caso de programas de soporte para la toma de decisiones, cuando se manejan amplias bases de datos.

2.3 PROBLEMAS PRACTICOS EN EL USO DE UDE

Uno de los mayores problemas que se presentan en el uso de UDE, y que ninguno de los modelos tiene en cuenta es que en la mayoría de las situaciones a campo, los enmalezamientos que se presentan son mixtos, y que no todas las especies interfieren de la misma manera. Para levantar esta limitante habría que hallar una manera de ponderar el número de cada especie presente por un coeficiente que corrigiera la habilidad competitiva de cada una para así llegar a una densidad total ponderada.

Wilson, (1995) describió una técnica para calcular un “equivalente cultivo” para las diferentes especies. Esto podría llevar a hacer un umbral en términos de “equivalente cultivo” totales, más que por número de brotes de malezas.

Otra de las limitantes es la diferente capacidad de competencia de una misma maleza a medida que avanza su estado fenológico. Recientemente Berti et al. (1996) han conseguido diseñar un modelo que integrando aspectos de la biología de las malezas, de la competencia cultivo-maleza y aspectos económicos ha demostrado levantar varias de las limitantes detectadas en modelos anteriores y permite determinar el momento de control que minimiza las pérdidas de rendimiento debidas a las malezas emergiendo antes y después del tratamiento herbicida.

El modelo en cuestión está compuesto por cuatro módulos, el primero de los cuales se basa en la consideración de los Equivalentes Tiempo Densidad (TDE), definido como la densidad de plantas de la maleza que germina junto con el cultivo y compite hasta la cosecha que ocasiona la misma pérdida de rendimiento que la maleza a una densidad, tiempo de emergencia y tiempo de control dados. El segundo de los módulos incluye la consideración de los patrones de emergencia de la maleza y su relación con el tiempo térmico. El tercero, la eficiencia del herbicida y el cuarto la disipación del herbicida para el

caso en el que se trate de un herbicida aplicado al suelo. Los dos primeros módulos requieren ser alimentados con la información pertinente a la situación maleza-cultivo en

consideración. Para el caso de su utilización en la estimación de los márgenes netos esperables con distintas estrategias de control sería por lo tanto, necesaria la determinación de los parámetros de la regresión para la relación pérdidas de rendimiento y TDE y los correspondientes a la regresión patrones de emergencia de la maleza y unidades térmicas acumuladas.

Una determinación ajustada del umbral es difícil; puede haber varias fuentes de error en los pronósticos de rendimiento y de precios, en la estimación de la densidad de malezas así como también en las funciones de respuesta utilizadas.

Muchos factores interactúan en la determinación del nivel de competencia maleza-cultivo. La densidad de población de las malezas es un factor mayor, y han sido revisados modelos describiendo relaciones entre densidades de malezas y rendimientos de cultivos (Cousens, 1985 a). Sin embargo, la variabilidad que representan otros factores limitan la extensión que se le puede dar a estos modelos. Muchos de estos factores, como ser la calidad del suelo y las condiciones climáticas están lejos del control de los productores. La densidad de siembra es un factor más manejable por éstos.

Cardina et al (1995) cuestionan el uso de UDE, ya que éste depende de las condiciones ambientales y de la fecha de siembra. Es decir, que una misma densidad de malezas puede variar en cuanto a la disminución de rendimiento que provoca, en función de las condiciones ambientales y la fecha de siembra.

Dichos autores plantean otra crítica que atribuye a la producción de semilla que puede haber aún a niveles de enmalezamiento 10% por debajo del UDE. Esto lleva a que el año posterior, la producción de semillas llevará a que la densidad de malezas sea superior al UDE, aún en el caso de que el 90% de las semillas sean destruidas o entren en dormancia.

Es sabido que la densidad de siembra es importante en limitar los efectos competitivos de las malezas. Hay experimentos que han mostrado que reduciendo la densidad de siembra, se vio favorecido el crecimiento y la producción de semillas de las malezas. (Pfeiffer et al 1960; M Cussans et al., 1975), y las pérdidas de rendimiento (Zimdahl, 1980; Cousens et al, 1984; Wilson et al 1990).

El concepto de umbral fue investigado por Heitefuss et al (1987) y Gerowitt et al, (1990) quienes produjeron un “sistema de soporte de decisiones” para recomendar si aplicar o no utilizando una combinación de umbrales y análisis estadísticos. Sin embargo encontraron muchos casos donde el control químico no resultaba en un ingreso neto positivo, a pesar de que el nivel de enmalezamiento estaba por encima del umbral; un

sistema que pueda determinar la dosis a emplear, más que si aplicar o no, daría más flexibilidad y reduciría el problema

Según Cussans et al (1986), el uso de umbrales para el manejo práctico de las malezas tiene dos problemas básicos; un problema de actitud y uno de conteo.

El problema de actitud radica en que un asesor tiende a recomendar actuar antes que no actuar. Si a un cultivo se le aplica herbicida, aunque el nivel de enmalezamiento no lo justifique, por lo menos el objetivo de un cultivo limpio es alcanzado, y la decisión que llevó a esto será rápidamente olvidada. Por el contrario, si el cultivo se ve muy enmalezado como consecuencia de la no aplicación de herbicida, la decisión no será fácilmente olvidada, aunque el rendimiento del cultivo no se haya visto perjudicado por las malezas. Esto podría llevar a problemas en la relación asesor-productor.

El problema de conteo es muy concreto. El conteo de especies para la aplicación de un postemergente lleva tiempo y es difícil de hacerlo precisamente. Además hay poco tiempo para hacerlo porque se debe contar las malezas, analizar los resultados, tomar la decisión de aplicar y comprar los herbicidas, en ocasiones en menos de dos semanas. Todo esto lleva a el uso de umbrales predictivos, especialmente para gramíneas, que son más fáciles de contar antes de que el cultivo comience a crecer.

Otro problema que presenta el conteo es que la distribución espacial de las malezas no es ni al azar ni regular. Generalmente las malezas son encontradas en conglomerados, los cuales tienden a persistir con el correr de los años. Esta distribución en parches genera una posibilidad de avance. Si se pudiera aplicar solamente en los parches, las ganancias económicas que se obtendrían serían muy altas. Cuando esta aplicación a los parches no es posible, aparecen serios problemas de conteo y de toma de decisiones. En este caso la decisión de aplicar o no debería ser tomada para toda la chacra, pudiendo perderse completamente el rendimiento en los parches sin verse disminuido en el resto de la chacra.

Thornton et al. (1989) estudiaron a partir de la implementación de un modelo de simulación simple, basado en la función de pérdida de rendimiento por efecto malezas propuesto por Cousens (1985) la variación de los UDE en función de la distribución espacial de las malezas y concluyen que su consideración tiene un fuerte impacto en la precisión del cálculo de UDE .

Estos autores se basaron en un experimento propuesto por Farahbaksh et al. (1988) en el que se comprobó que al agregarle otras variables al modelo de Cousens se calculaban UDEs diferentes. En ese caso las variables agregadas fueron costos indirectos de la aplicación como ser el pisoteo por la máquina y otros efectos (como podrían ser efectos de fitotoxicidad) asociados a la aplicación del herbicida sobre el rendimiento. La variación en el cálculo del UDE en este trabajo resultó del 80% , variando de 5 pl. m²

para la situación en la que no se consideraron impactos adicionales de la aplicación en el rendimiento a 9 pl. m^{-2} , cuando se consideró un 2,5% de disminución en el rendimiento por efecto del pisoteo y otro 2,5 % por “otros efectos”.

2.4 CUÁL UMBRAL UTILIZAR

El UDE simple, el que considera los beneficios económicos en el año o sólo en ciclo del cultivo, es el que se calcula más fácilmente y es la base a la cual se deben relacionar los otros conceptos de umbral. De todas formas, no sería éste el umbral aconsejable en muchos casos, puesto que esa determinada densidad de malezas, resulta excesiva y su uso como umbral de decisión implicaría aceptar un alto grado de riesgo.

Para la selección del tipo de UDE con cual trabajar se sugiere dividir la flora en 2 grupos. El grupo 1, tipificado por la mayoría de malezas gramíneas, aunque hay otros ejemplos. Las malezas de éste grupo comparten 2 características. Su comportamiento es predecible ya que su semilla tiene corta viabilidad, y presentan dormancia débil de semillas. Además son difíciles y caros de controlar, y su control debe ser planificado por separado de las otras malezas de tapiz, ya que al controlar las otras malezas, las de éste grupo aparecen solas en el tapiz.

Para malezas de este grupo, el concepto de Umbral de daño económico óptimo u óptimo de largo plazo parecería ser muy apropiado. El uso de este umbral significa que se recomendará aplicar a densidades más bajas al UDE de un año solo. Si esto llevara a problemas de valoración, entonces un umbral predictivo basado en óptimos económicos ofrecería ventajas significativas.

El grupo 2 está compuesto por las malezas de hoja ancha. Las semillas de estas especies pueden resistir por mucho tiempo en el suelo y en dormancia profunda. Por esto las consecuencias de largo plazo de controlar un año o no, son difíciles de predecir y serían muy débiles. Además estas especies siempre aparecen en comunidades mixtas.

Para tomar la decisión de control, se debería tomar al suelo como un gran reservorio de semillas y considerar el brote de éstas como algo seguro. Se necesitaría más información del comportamiento de estas especies, pero hoy en día se recomienda que el UDE, y un umbral de seguridad derivado son los más apropiados para malezas de este grupo.

En la práctica, la decisión se hace mas difícil porque generalmente la flora de malezas contiene especies de ambos grupos.

3. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo estaba constituido inicialmente por 5 experimentos instalados en chacras comerciales de girasol de primera en cero laboreo. Por razones climáticas solamente 2 llegaron a implantarse de forma tal que permitiese su análisis. Los resultados de estos 2 serán presentados por separado.

3.1 UBICACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

Los ensayos se instalaron en los establecimientos “La Manera” en el paraje “El Tala” y “Santa Francisca” en el paraje Cololó, ambos en el departamento de Soriano. Los denominaremos como experimento 1 y 2 respectivamente.

Ambos estaban ubicados sobre suelos Brunosoles Eutricos, de la Unidad Bequeló pertenecientes a la formación Fray Bentos y fueron realizados sobre cultivos de girasol de primera en condiciones de cero laboreo, correspondientes al ciclo 1999-2000.

3.2 TRATAMIENTOS Y METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN

El experimento 1 se sembró el 1 de Diciembre sobre rastrojo de girasol. Previo a la siembra como manejo del enmalezamiento se realizaron dos aplicaciones de 2.5 l.ha^{-1} (PC) de glifosato, el 28 de octubre y el 30 de noviembre. El híbrido utilizado fue DK 4040, sembrada a 70 cm y con una fertilización de 100 kg de 18-46.

El experimento 2 fue sembrado el 1 de diciembre, sobre un rastrojo de sorgo. El barbecho comenzó el 20 de Setiembre con la aplicación de glifosato (2.5 l.ha^{-1} de PC), luego recibió una segunda aplicación con 3 l.ha^{-1} (PC) el 3 de diciembre. El híbrido utilizado fue DK 4040, sembrado a una distancia entre hileras de 70 cm y con una fertilización a la siembra de 50 kg de 28-28.

En el Cuadro N°1 se resume las características de instalación para cada experimento.

Cuadro N°1: Detalle de los experimentos

	Experimento 1	Experimento 2
Antecesor	girasol	sorgo
Fecha siembra	1/12/99	1/12/99
Tratamiento presiembra	28/10 glifosato (2.5l.ha ⁻¹) 30/11 glifosato (2.5l.ha ⁻¹)	20/9 glifosato (2.5l.ha ⁻¹) 3/12 glifosato (3 l.ha ⁻¹)
Híbrido	DK 4040	DK 4040
Fecha aplicación herbicidas preemergentes	02/12/99	02/12/99
Fecha aplicación herbicidas postemergentes	28/12/99	23/12/99

3.3 DESCRIPCION DE LOS EXPERIMENTOS

Cada experimento constó de 9 tratamientos, 5 preemergentes, 2 postemergentes, un testigo sucio y el testigo limpio, al que se le retiraban las malezas de forma manual.

Cuadro N°2: Descripción de los tratamientos

Numero	Tratamiento	Producto Comercial	Momento de aplicación	Dosis en PC
1	testigo sucio	---	---	---
2	testigo limpio	---	---	---
3	acetoclor+ fluorecloridona	Harness+ Rainbow	preemergencia	1.5 l.ha ⁻¹ + 1.0 l.ha ⁻¹
4	acetoclor+ diflufenican	Harness+ Brodal	preemergencia	1.5 l.ha ⁻¹ + 0.2 l.ha ⁻¹
5	acetoclor+ prometrina	Harness+ Gesagard	preemergencia	1.5 l.ha ⁻¹ + 1.5 l.ha ⁻¹
6	aclonifen+ cletodin	Prodigio+ Centurión	postemergencia	1.0 l.ha ⁻¹ + 0.4 l.ha ⁻¹
7	Cletodin	Centurión	postemergencia	0.4 l.ha ⁻¹
8	dimetamida+ prometrina	Frontier+ Gesagard	preemergencia	1.5 l.ha ⁻¹ + 1.5 l.ha ⁻¹
9	Acctoclor	Harness	preemergencia	2.5 l.ha ⁻¹

En cuanto a los herbicidas utilizados, a continuación se presentan los datos de los principios activos y sus concentraciones en el producto comercial.

Cuadro N° 3: Concentración de los principios activos.

Principio activo	Producto comercial
Acetoclor	Harness (90 %)
Fluorcloridona	Rainbow (25%)
Diflufenican	Brodal (50%)
Prometrina	Gessagard (50%)
Dimetamida	Frontier (90 %)
Aclonifen	Prodigio (60 %)
Cletodin	Centurion (24 %)

3.4 DETERMINACIONES

3.4.1 Determinaciones en el cultivo

Rendimiento por hectárea: la cosecha se realizó el 23/03/2000 para ambos experimentos, la superficie de cosecha fue de 11,2 m² por parcela fija de cada tratamiento. Se contabilizaron los capítulos cosechados de forma de estimar el rendimiento promedio por capítulo además del rendimiento por hectárea.

Peso de 100 granos: se tomó el promedio de 5 repeticiones para cada parcela fija.

3.4.2 Determinaciones en la maleza

Densidad de malezas: se cuantificó la densidad de malezas para cada especie presente para determinar el enmalezamiento inicial y los efectos de los tratamientos

premergentes. La unidad de muestreo fue un cuadrado de 0.09 m², realizándose tres repeticiones en cada evaluación.

Cobertura de malezas: para los testigos sucios se realizó una determinación de cobertura de malezas, expresadas en porcentaje.

Estimación visual de control: para los tratamientos postmergentes se realizó una estimación visual del nivel de daño. Para esto se utilizó una escala de 0 a 10 (0 significa que no existió control; 5 = 50% de control y 10 = 100% de control; se consideró un rango de hasta 0.5).

Enmalezamiento residual: se obtuvo a partir de estimaciones de materia seca de malezas a cosecha, se realizaron 2 cortes en cuadrados de 0.09 m² por parcela. Se identificaron las especies presentes, colocándolas en estufa a 60°C hasta peso constante.

Reinfestación potencial de malezas a la cosecha: a partir de los cortes se contabilizaron las estructuras reproductivas para cada especie.

En los cuadros N° 4 y N°5 se detallan para cada experimento las evaluaciones realizadas.

Cuadro N°4 : Detalle de las evaluaciones del experimento 1

Fecha	Evaluaciones	Unidad
23/12 22dps	Densidad malezas	pl/m ²
12/01 42dps	Densidad malezas	pl/m ²
12/01 42dps	% cobertura	%
12/01 15dpa	Evaluación de control	Escala 1-10
20/01 23dpa	Evaluación de control	Escala 1-10
23/03	N° capítulos	Cap/ ha
23/03	Estructuras reproductivas De malezas	N°/ ha
23/03	PCG	gr
23/03	Rendimiento	Kg/ha

Cuadro N°5 : Detalle de las evaluaciones del experimento 2

Fecha	Medición	Unidad
22/12 21dps	densidad malezas	pl/m ²
22/12 21dps	% cobertura	%
10/01 40dps	densidad malezas	pl/m ²
10/01 40dps	% cobertura	%
10/01 18dpa	evaluación de control	Escala 1-10
20/01 28dpa	evaluación de control	Escala 1-10
23/03	Nº capítulos	Cap/ ha
23/03	estructuras reproductivas de malezas	Nº/ ha
23/03	PCG	gr
23/03	rendimiento	Kg/ha.

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y PROCESAMIENTO DE DATOS.

El diseño experimental fue de bloques completos aleatorizados con 3 repeticiones. Cada parcela ocupaba un área de 60 m² (15 x 4 m.).

Las variables se analizaron siguiendo el modelo :

$$Y_{ijk} = u + b_i + t_j + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij}= cada observación

u= efecto de la media general

b= efecto del i-ésimo bloque

t= efecto de j-ésimo tratamiento

e_{ijk}= error

Se realizaron contrastes simples de medias, mediante el test de Mínima diferencia significativa ("LSD"). También fue realizado el contraste complejo entre el testigo sucio y el promedio de los tratamientos.

Para las variables densidad de malezas y cobertura fue analizada la relación con rendimiento, estudiándose modelos de regresión de tipo lineal y cuadrático.

Para la variable densidad de malezas, estos ajustes fueron estudiados para 2 grupos de pares de valores. En un primer caso, sólo se consideraron los pares de valores de rendimiento de cultivo y los correspondientes a densidad de malezas en las parcelas fijas (5) en los testigos sucios. Con los resultados de estos ajustes se pretendió obtener los coeficientes para el cálculo de los umbrales de daño económico.

Se estudiaron además, todos los pares de valores densidad de malezas y rendimiento (correspondientes a testigos sucios y tratamientos herbicidas), cuya asociación aún con limitantes también puede ser utilizada para el cálculo de umbrales.

En todos los test realizados se consideró un nivel de significación de 10% y el programa estadístico utilizado fue SAS (1996).

3.6 PRECIPITACIONES DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL

Cuadro N°6: Precipitaciones (en mm)

Mes	Precipitaciones (mm)	
	Experimento 1	Experimento 2
Diciembre	50	43
Enero	31	10
Febrero	82	131
Marzo	90	63

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan y discuten para cada experimento por separado y en cada caso se analizan en primer término las determinaciones correspondientes a malezas, y a continuación las respectivas al cultivo.

Cabe destacar que la totalidad del período experimental coincidió con una severa deficiencia hídrica lo cual influyó tanto en el crecimiento del cultivo como en las características de la infestación de malezas.

4.1 EXPERIMENTO N° 1

4.1.1 Caracterización del enmalezamiento

La densidad del enmalezamiento, estimada en la primera determinación a los 22 dps en el tratamiento testigo fue de 94 pl.m⁻² lo cual puede ser considerado en comparación con experimentos similares (Ferraz y Perez, 1999) como un enmalezamiento moderado a bajo. El 80% correspondió a malezas gramíneas de las cuales *Digitaria sp* contribuyó con un 55% y *Setaria geniculata* con el restante 45% (Figura N°1)

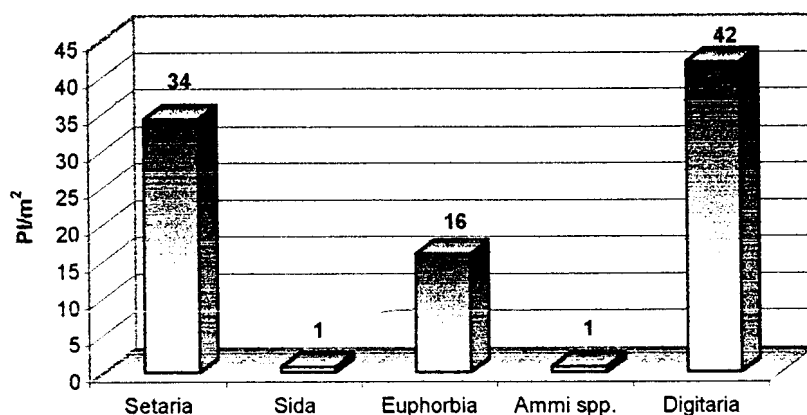


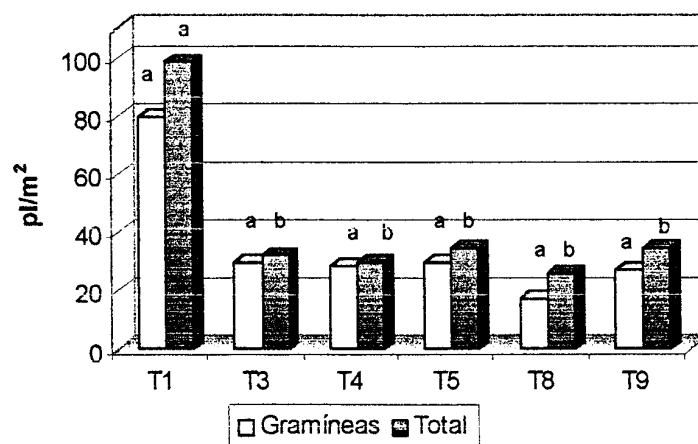
Figura N°1 Composición del enmalezamiento a los 22dps (pl.m⁻²).

Considerando la historia de la chacra y fundamentalmente los elevados niveles de infestación observados en el verano era previsible un importante

enmalezamiento. La baja densidad estimada pudo entonces ser resultado de las desfavorables condiciones hídricas del periodo que pueden haber disminuido el total de emergencias

4.1.2 Resultados en malezas

En la misma determinación anterior se estimó además la densidad de malezas en las parcelas que ya habían recibido tratamiento preemergente. Los resultados señalaron importantes efectos de control para estos tratamientos, detectando el análisis de varianza efectos significativos ($P < 0.10$) para el enmalezamiento total (Figura N°2).



T1= Testigo Sucio; T3=Acetoclor+ Fluorcloridona (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1lts ha⁻¹PC); T4=Acetoclor+Diflufenican (1,5lts.ha⁻¹PC+ 0.2 lts ha⁻¹PC); T5=Acetoclor+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T8=Dimetamida+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T9=Acetoclor (2,5lts ha⁻¹PC).
 (*) medias con igual letra no difieren significativamente ($P < 0.10$)

Figura N°2. Densidad de malezas a los 22 dps para los distintos tratamientos y el testigo sin aplicación

Como puede observarse en el gráfico, todos los tratamientos difirieron del testigo sucio para el enmalezamiento total aunque no se detectaron diferencias entre ellos, resultando los porcentajes de control promedio de 68%, lo cual puede ser considerado sólo como un control satisfactorio.

Llama la atención que resultando muy similar el control logrado en el total de gramíneas, (67%) el análisis no haya logrado detectar diferencias entre los tratamientos herbicidas y el testigo.

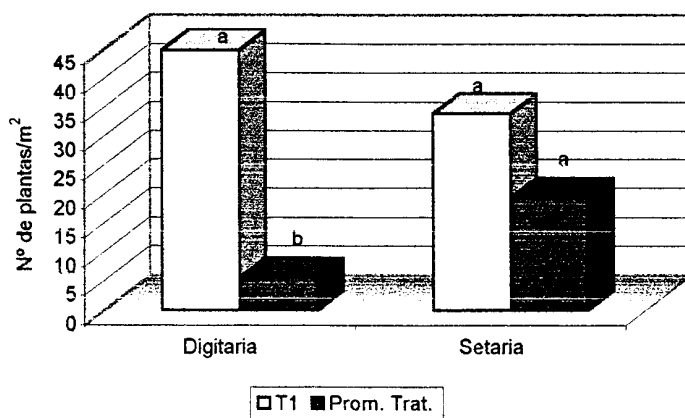
Con el objetivo de profundizar en estos aspectos se procedió al estudio particularizado del comportamiento de los herbicidas en las dos malezas gramíneas. En el Cuadro que sigue (Cuadro N° 7), puede observarse que existió una respuesta diferencial según maleza.

Cuadro N° 7: Comportamiento de los tratamientos en *Digitaria sp.* y *S.geniculata* a los 22 dps (pl. m⁻²)

	T1	T3	T4	T5	T8	T9
Digitaria	45	5	5	15	7	1
Setaria	34	24	23	14	10	26

T1= Testigo Sucio; T3=Acetoclor+ Fluorcloridona (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1lts ha⁻¹PC); T4=Acetoclor+Diflufenican (1,5lts.ha⁻¹PC+ 0.2 lts ha⁻¹PC); T5=Acetoclor+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T8=Dimetamida+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T9=Acetoclor (2,5lts ha⁻¹PC).

El análisis de contraste confirmó esta apreciación y si bien no existen diferencias en el caso de *S.geniculata*, el contraste testigo sucio vs. el promedio de los tratamientos herbicidas resultó significativo ($P<0.10$) para *Digitaria sp.* Esto estaría indicando mejores niveles de control para las opciones experimentadas en el caso de pasto blanco (*Digitaria sp.*) y controles ineficientes para *S.geniculata* (Figura N° 3).



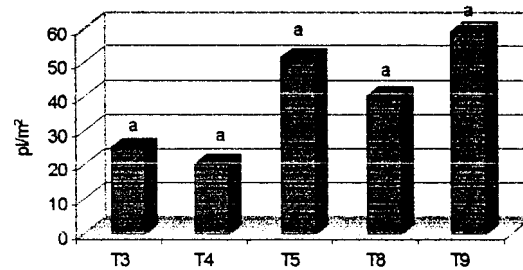
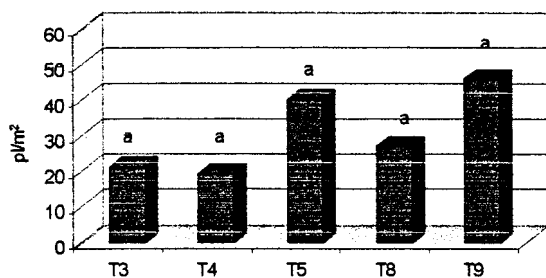
(*) medias con igual letra no difieren significativamente ($P<0.10$)

Figura N° 3: Comportamiento de los herbicidas preemergentes a los 22 dps para *Digitaria sp.* y *Setaria geniculata*

A los 42 dps, el nivel de enmalezamiento en el testigo sucio no permitió el conteo en este tratamiento y la determinación fue sustituida por una evaluación de cobertura en la que se estimó 56 % de área cubierta. Por esta razón el testigo sucio no fue incluido en el análisis estadístico y sólo fueron estudiados en este caso, los tratamientos preemergentes.

Esta circunstancia aún impidiendo el análisis estadístico de los efectos de los tratamientos puede ser interpretada como indicador de la presencia de claras diferencias en el control entre el testigo sucio y los tratamientos herbicidas

El análisis para los tratamientos preemergentes no detectó diferencias significativas entre las diferentes opciones ensayadas para el enmalezamiento total ni para el total de gramíneas ($P > 0.10$) a igual que se determinara en la primera evaluación a los 22 dps y esto llevaría a considerar que todos los tratamientos mostraron igual comportamiento. (Figura N° 4 y N°5)



T1= Testigo Sucio; T3=Acetoclor+ Fluorcloridona ($1,5\text{ lts. ha}^{-1}\text{ PC} + 1\text{ lts ha}^{-1}\text{ PC}$); T4=Acetoclor+Disflufenican ($1,5\text{ lts. ha}^{-1}\text{ PC} + 0,2\text{ lts ha}^{-1}\text{ PC}$); T5=Acetoclor+Prometrina ($1,5\text{ lts. ha}^{-1}\text{ PC} + 1,5\text{ lts ha}^{-1}\text{ PC}$); T8=Dimetamida+Prometrina ($1,5\text{ lts. ha}^{-1}\text{ PC} + 1,5\text{ lts ha}^{-1}\text{ PC}$); T9=Acetoclor ($2,5\text{ lts ha}^{-1}\text{ PC}$).

(*) medias con igual letra no difieren significativamente ($P < 0.10$)

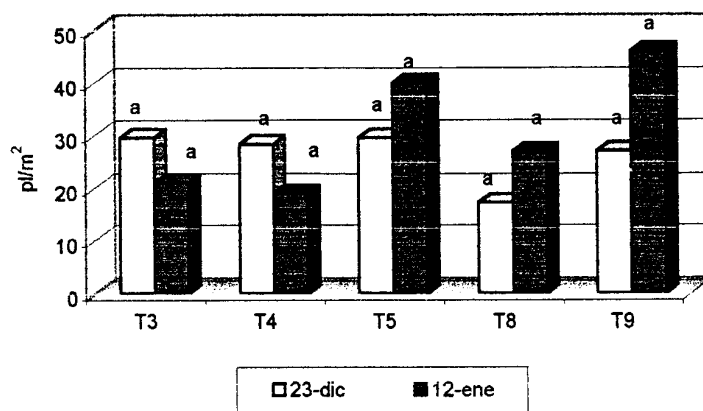
Figura N° 4 : Comportamiento de los tratamientos para gramíneas 42 dps.

Figura N° 5 : Comportamiento de los tratamientos para total de malezas 42 dps.

Considerando que el nivel de infestación inicial en el experimento correspondió a un enmalezamiento moderado a bajo y que el 80% del mismo estaba constituido por gramíneas este resultado era el esperable. En el caso de los tratamientos T3, T4 y T5 todas mezclas que sólo difieren en el herbicida de hoja ancha complementando la dosis de acetoclor no pueden esperarse variaciones en el comportamiento cuando no existieron prácticamente malezas de hoja ancha. El T9 difiere de estos tratamientos en razón de que no posee complemento para hojas anchas y se corresponde con una mayor dosis de acetoclor, la cual no resultó necesaria en consideración del bajo nivel de infestación de gramíneas presentes. El

T8 difiere del T5 por el graminicida en la mezcla, siendo dimetamida en sustitución del acetoclor en este caso. Pese a aparentar un mejor comportamiento en las 2 determinaciones, su ventaja no pudo ser comprobada estadísticamente.

A los efectos de adicionar algún análisis en relación a los herbicidas estudiados se estudió la evolución de las poblaciones para las 2 principales malezas en el experimento, que eran *Digitaria sp* y *Setaria geniculata*. (Figura N° 6)



T3=Acetoclor+ Fluorcloridona (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1lts ha⁻¹PC); T4=Acetoclor+Diflufenican (1,5lts.ha⁻¹PC+ 0.2 lts ha⁻¹PC); T5=Acetoclor+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T8=Dimetamida+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T9=Acetoclor (2,5lts ha⁻¹PC).

(*) medias con igual letra no difieren significativamente (P<0.10)

Figura N° 6: Evolucion de la población de malezas gramíneas.

Como puede observarse se constató un incremento en el tamaño de la población de malezas gramíneas en los tratamientos T5, T8 y T9 y disminución en los correspondientes en los tratamientos T3 y T4 respondiendo fundamentalmente a las tendencias en la evolución de las poblaciones de *S.geniculata*, como puede observarse en el siguiente Cuadro (Cuadro N°8). Pese a no contar con la significancia estadística de estas variaciones, los resultados obtenidos podrían interpretarse como debidos a efectos diferenciales de la residualidad de los tratamientos en esta especie.

Cuadro N°8. Población de *S. geniculata* para las 2 fechas de conteo (n°/m^2).

Fecha	T3	T4	T5	T8	T9
23 dpa	24	23	14	10	26
42 dpa	5	11	31	22	41

T3=Acetoclor+ Fluorcloridona (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1lts ha⁻¹PC); T4=Acetoclor+Diflufenican (1,5lts.ha⁻¹PC+ 0.2 lts ha⁻¹PC); T5=Acetoclor+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T8=Dimetamida+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T9=Acetoclor (2,5lts ha⁻¹PC).

En esta misma fecha de evaluación se estimaron los efectos de control en los tratamientos postemergentes (T6 y T7) aplicados 15 días previos.(Figura N° 7)

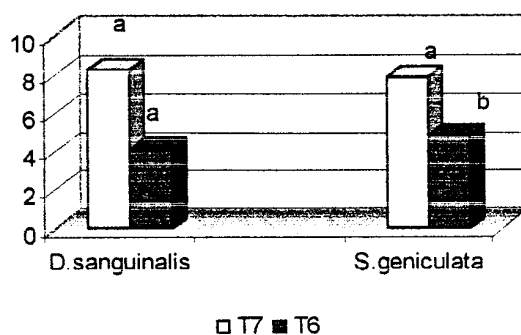
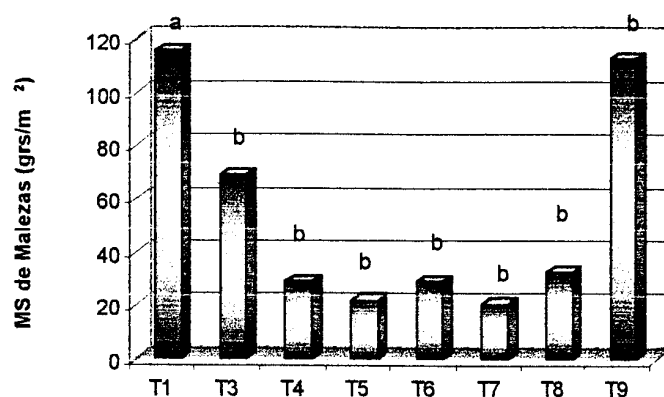


Figura N° 7: Evaluación de control de los tratamientos postemergentes.

El análisis estadístico realizado con los datos, tal como se describe en Materiales y Métodos señaló diferencias entre los tratamientos postemergentes evaluados, comportándose mejor el T7. Pese a que las observaciones mostraron un mejor comportamiento de éste tratamiento, estadísticamente solo se pudo confirmar la superioridad con respecto al control de *Digitaria sp.*, no encontrándose diferencias significativas en cuanto al control de *S. geniculata*.

Por último se evaluó la materia seca total y por especie de malezas a cosecha. Para el total sólo se encontraron diferencias significativas entre el testigo y el resto de los tratamientos ($P=0.0084$), indicando la existencia de impactos de control a nivel del enmalezamiento residual con la utilización de herbicidas(Figura N° 8), pero no se encontraron diferencias entre los tratamientos.



T1= Testigo Sucio; T3=Acetoclor+ Fluorcloridona (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1lts ha⁻¹PC); T4=Acetoclor+Diflufenican (1,5lts.ha⁻¹PC+ 0.2 lts ha⁻¹PC); T5=Acetoclor+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T6=Aclonifen+Cletodim (1lts ha⁻¹PC+0,4lts ha⁻¹PC); T7=Cletodim (0,4lts ha⁻¹ PC) ;T8=Dimetamida+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T9=Acetoclor (2,5lts ha⁻¹PC).

Figura N° 8: Fitomasa de malezas a cosecha (gr/m²)

Pese a no detectarse efectos significativos entre tratamientos resulta llamativo el comportamiento del T9 cuyo resultado parece similar al testigo sucio, lo cual estaría en concordancia con las determinaciones de enmalezamiento realizadas durante el ciclo del cultivo en las cuales fue este el tratamiento, que aún sin diferenciarse estadísticamente, mostró el más pobre resultado en todas las evaluaciones.

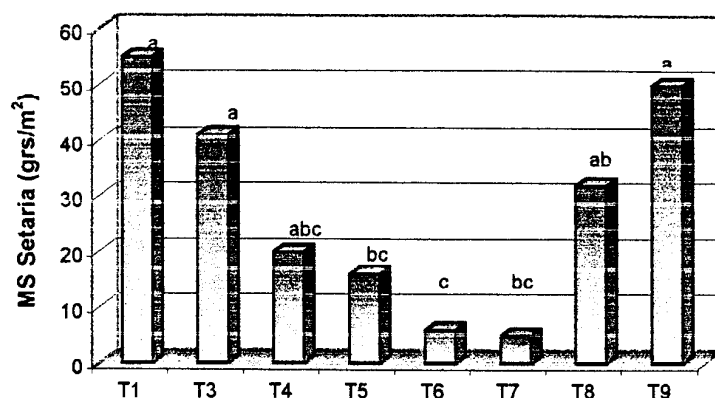
A los efectos de mejorar el análisis de esta última determinación se estudió además el efecto separado sobre las dos malezas gramíneas presentes en el experimento

El análisis de varianza detectó diferencias solo en el caso de *S. geniculata* mientras que en *Digitaria sp.* los altos coeficientes de variación dificultaron la verificación estadística de los efectos y es posible que esto sea parte también de la explicación de lo que ocurriera con el análisis del total.

Para *S. geniculata*, los tratamientos T3 y T9 mostraron a la cosecha enmalezamientos muy similares al testigo sucio, los tratamientos T4 y T8 presentaron un comportamiento intermedio entre estos últimos y los tratamientos T5, T6 y T7 los cuales difirieron significativamente del testigo sucio

Este resultado es comprensible, al menos en el caso de T6 y T7 puesto que son los tratamientos en los que el control de gramíneas se realizó más cercano a la cosecha. Inclusive en el análisis de los contrastes inicialmente planteados se detectaron diferencias para el par tratamientos pre vs.post (P=0.02). Sin embargo el

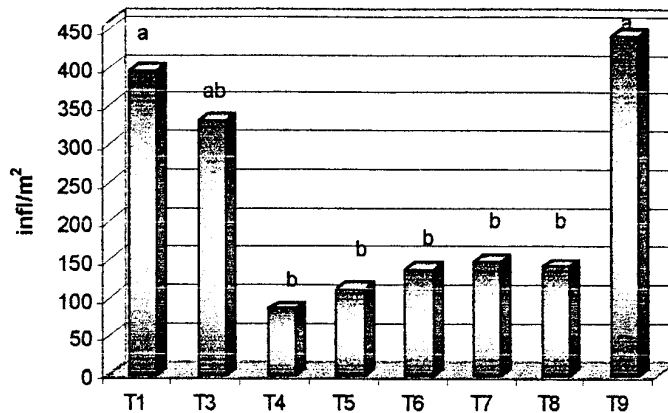
buen comportamiento del T5 en esta evaluación no muestra relación con las determinaciones realizadas anteriormente.



T1= Testigo Sucio; T3=Acetoclor+ Fluorcloridona (1,5lts.ha⁻¹ PC+ 1lts ha⁻¹PC); T4=Acetoclor+Diflufenican (1,5lts.ha⁻¹ PC+ 0.2 lts ha⁻¹PC); T5=Acetoclor+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹ PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T6=Aclonifen+Cletodim (1lts ha⁻¹ PC+ 0,4lts ha⁻¹PC); T7=Cletodim (0,4lts ha⁻¹ PC)T8=Dimetamida+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹ PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T9=Acetoclor (2,5lts ha⁻¹PC).
 (*) medias con igual letra no difieren significativamente (P<0.10)

Figura N° 9: Fitomasa de *S. geniculata* a la cosecha (gr/m²).

Como se comentara en Materiales y Métodos se evaluó también el número de inflorescencias a la cosecha a los efectos de estimar la reinfestación potencial. La Figura N°10, en la que se detalla el total de inflorescencias de gramíneas, muestra algunas variantes en relación a las tendencias observadas en el caso de la materia seca residual. Los tratamientos T3 y T9, resultan tan “enmalezadores” como el testigo en concordancia con los valores de materia seca determinado anteriormente. Sin embargo las ventajas observadas para los postemergentes y el T5 desaparecen y en términos de esta evaluación pasan a comportarse igual que los restantes tratamientos.



T1= Testigo Sucio; T3=Acetoclor+ Fluorcloridona (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1lts ha⁻¹PC); T4=Acetoclor+Diflufenican (1,5lts.ha⁻¹PC+ 0.2 lts ha⁻¹PC); T5=Acetoclor+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T6=Aclonifen+Cletodim (1lts ha⁻¹+0,4lts ha⁻¹); T7=Cletodim (0,4lts ha⁻¹) T8=Dimetamida+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T9=Acetoclor (2,5lts ha⁻¹PC).

(*) medias con igual letra no difieren significativamente ($P < 0.10$)

Figura N° 10: Reinfestación potencial de malezas estimadas a cosecha (n°inf/m²)

4.1.3 Resultados en cultivo

No se detectó efecto de tratamientos en el rendimiento por hectárea ni en los componentes evaluados (peso de capítulos y peso de 100 granos). Tampoco pudieron comprobarse diferencias para ninguno de los contrastes planteados.

Parte de la explicación puede estar en el alto coeficiente de variación que se podría estimar para esta determinación, pero al calcular dicho CV resultó ser de un 12.3 % lo que resulta bajo, por lo que se eliminaría esta posibilidad.

Otras posibles explicaciones a estos resultados se relacionarían con el nivel de enmalezamiento en la chacra y/o con los porcentajes de control logrados. Como se mencionara inicialmente el enmalezamiento en el experimento fue considerado de moderado a bajo y podría pensarse que no ejerciera una interferencia significativa. El estudio de las regresiones que se plantearan: n° total de malezas, n° de *Digitaria sp.*, n° total de gramíneas y % cobertura vs rendimiento, peso de capítulo y peso de cien granos corregido resultaron no significativas ($P > 0.10$) por lo que parecen confirmar lo planteado.

Por otra parte, tampoco los niveles de control alcanzados fueron los esperables y solo fueron considerados como aceptables (68%), de forma tal que podría interpretarse como que la variación determinada a nivel de la interferencia entre el testigo y los tratamientos no fue lo suficiente como para que repercutiera en los rendimientos. No debería descartarse además la combinación de los 2 efectos mencionados.

4.1.4 Calculo de umbrales de daño económico

Los resultados de este experimento no permitieron el cálculo de umbrales de daño económico dado que no pudieron ajustarse regresiones entre el rendimiento y ninguna de las variables que estimaran el enmalezamiento. Como se comentara anteriormente esto fue muy posiblemente la consecuencia de la baja densidad de malezas presente (en promedio 94 pls.m²) que no alcanzó a ejercer una efectiva interferencia en el rendimiento del cultivo.

4.2 EXPERIMENTO N° 2

4.2.1 Caracterización del enmalezamiento.

El enmalezamiento de esta chacra, con una densidad inicial de 268 pl.m⁻² puede considerarse como moderado a alto. Debe además catalogarse como casi exclusivamente gramíneo y monoespecífico, ya que estuvo compuesto en un 98 % (262 pl.m⁻²) por *Digitaria sanguinalis*., siendo ínfima la contribución de otras especies (*Amaranthus quitensis* y *Bidens pilosa*). (Figura N°11)

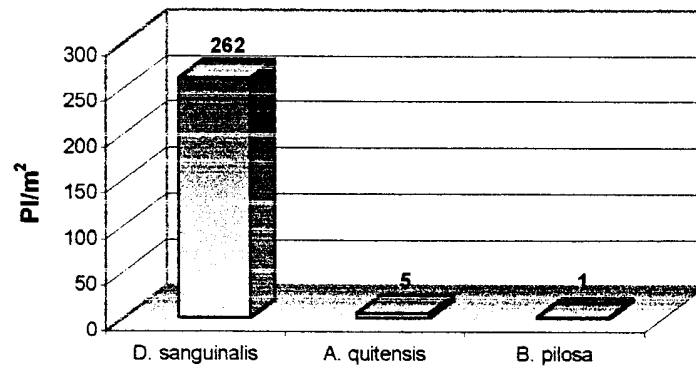
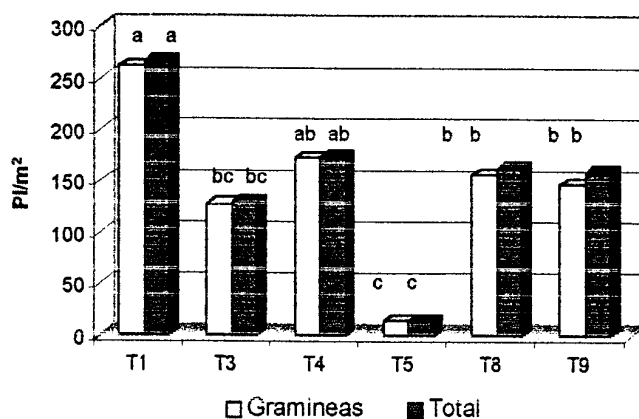


Figura N° 11: Caracterización del enmalezamiento (pl.m⁻²)

4.2.2 Resultados en malezas

El conteo de malezas realizado a los 21 dps permitió estimar los efectos de los preemergentes ensayados. Como puede apreciarse en la figura a continuación (Figura N° 12) en esta determinación se detectaron importantes efectos de tratamientos ($P= 0.0001$).

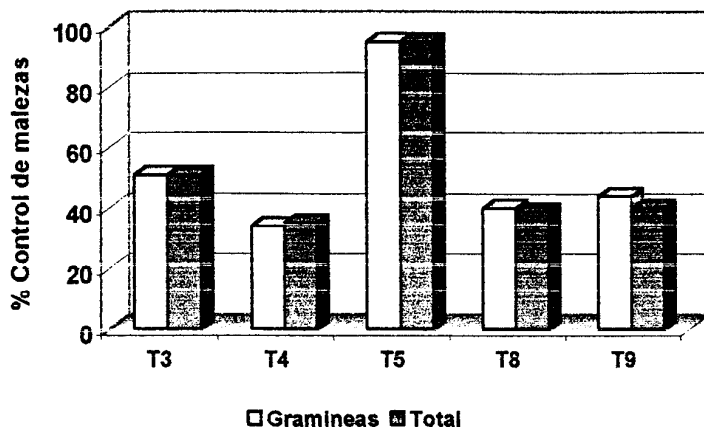


T1= Testigo Sucio; T3=Acetoclor+ Fluorcloridona ($1,5\text{ lts. ha}^{-1}\text{ PC} + 1\text{ lts ha}^{-1}\text{ PC}$); T4=Acetoclor+Diflufenican ($1,5\text{ lts. ha}^{-1}\text{ PC} + 0.2\text{ lts ha}^{-1}\text{ PC}$); T5=Acetoclor+Prometrina ($1,5\text{ lts. ha}^{-1}\text{ PC} + 1.5\text{ lts ha}^{-1}\text{ PC}$); T8=Dimetamida+Prometrina ($1,5\text{ lts. ha}^{-1}\text{ PC} + 1.5\text{ lts ha}^{-1}\text{ PC}$); T9=Acetoclor ($2,5\text{ lts ha}^{-1}\text{ PC}$).
 (*) medias con igual letra no difieren significativamente ($P < 0.10$)

Figura N° 12: Enmalezamiento(pl/m²) a los 21dps.

Todos los preemergentes ensayados se diferenciaron del testigo excepto el tratamiento T4, quien a su vez resultó similar a los tratamientos T3, T8 y T9 que sí mostraron efectos de control. El T5 fue el que presentó el menor enmalezamiento, alcanzando controles excelentes con niveles hasta del 95% .

Como era de esperar en función del alto porcentaje de malezas gramíneas en la chacra, la respuesta a la aplicación de herbicidas fue igual para las gramíneas que para el enmalezamiento total, por lo que el control de cada tratamiento estaba determinado por la capacidad de controlar a dichas malezas. Esto se refleja en el siguiente gráfico (Figura N° 13) en el que se presentan los % de control de cada tratamiento tanto para gramíneas como para el total de malezas.



T1= Testigo Sucio; T3=Acetoclor+ Fluorcloridona (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1lts ha⁻¹PC); T4=Acetoclor+Diflufenican (1,5lts.ha⁻¹PC+ 0.2 lts ha⁻¹PC); T5=Acetoclor+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T8=Dimetamida+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T9=Acetoclor (2,5lts ha⁻¹PC).

Figura N° 13: Porcentaje de control de malezas a los 21 dps

El promedio de control para el experimento resultó ser 53% para gramíneas y muy similar (52%) para el total como era esperable. Exceptuando el resultado obtenido en el T5, puede afirmarse que los controles obtenidos resultaron muy poco satisfactorios.

El buen comportamiento observado en el T5 resulta llamativo. Considerando que se trata de un enmalezamiento casi exclusivamente gramíneo no se esperaba encontrar diferencias importantes entre este tratamiento, el T4 y T3 e inclusive tampoco con el T9. Así fue observado en el Experimento 1 en el que estos tratamientos tuvieron iguales comportamiento de control en *D.sanguinalis* (Figura N° 2)

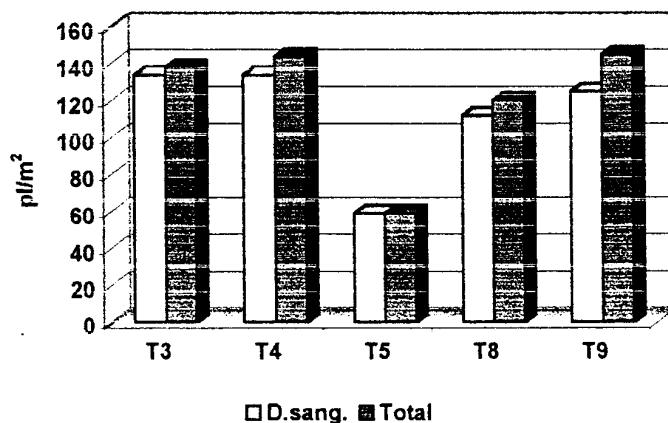
Aun cuando no se cuenta con las determinaciones que puedan comprobar las razones de los resultados en el presente experimento, podría pensarse que estos tuvieran relación con las limitaciones que pueden presentar los herbicidas de absorción estricta por hipocotile, como el acetoclor, en situaciones de cero laboreo y las ventajas consecuentes de los herbicidas que presentan además absorción radicular, como la prometrina.

Para lograr un control eficiente con los preemergentes es necesario tanto que el herbicida llegue a la solución del suelo, como también que las malezas estén arraigadas. El problema del acetoclor, al ser un herbicida que es absorbido por el coleoptile, puede

radicar en que las semillas de malezas se encuentran en la superficie o muy cercana a ésta. De ésta manera se disminuye la posibilidad de ser absorbido por el coleoptile, y la mezcla con un herbicida de absorción radicular podría presentar ventajas, ya que se llegaría a una mejor absorción de la mezcla. Esta podría ser la explicación de porqué la mezcla del acetoclor con un herbicida de absorción radicular presentó mejores comportamientos que el acetoclor solo. La prometrina es un herbicida fundamentalmente hoja ancha pero con control parcial sobre algunas gramíneas. (Ferraz y Perez, 1999)

En el segundo conteo (40 dps) el crecimiento de las malezas en el testigo sucio impidió la determinación de densidad a nivel del enmalezamiento. Por esta razón se procedió a la estimación de la cobertura de suelo por maleza en los distintos tratamientos y en las parcelas con tratamiento herbicida se efectuaron además conteos.

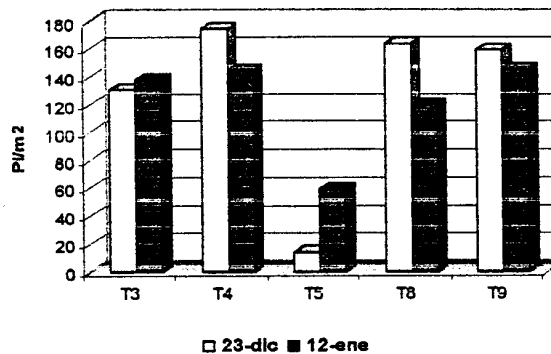
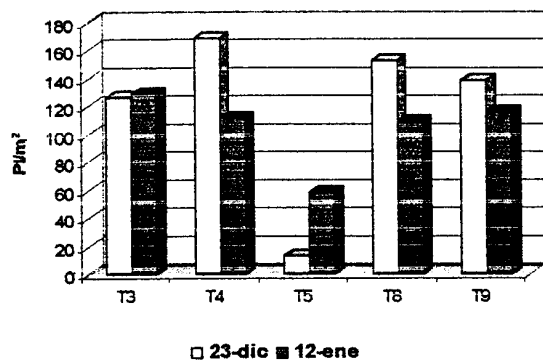
La estimación de cobertura señaló marcadas diferencias entre el testigo sucio y los tratamientos (68% vs. 17%) aunque no pudieron detectarse diferencias entre tratamientos. Tampoco en la determinación de densidad se encontró variación entre tratamientos ($P=0.11$ y $P=0.17$ para total de malezas y *D.sanguinalis* respectivamente). Pese a esto, considerando los resultados de la primera evaluación y los coeficientes de variación calculados para el total de malezas y para *D.sanguinalis* (46% y 39% respectivamente) que pudieron haber dificultado la detección de las diferencias se piensa de interés destacar una vez más el comportamiento del tratamiento T5 (Figura N° 14)



T1= Testigo Sucio; T3=Acetoclor+ Fluorcloridona (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1lts ha⁻¹PC); T4=Acetoclor+Diflufenican (1,5lts.ha⁻¹PC+ 0.2 lts ha⁻¹PC); T5=Acetoclor+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC)
T8=Dimetamida+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T9=Acetoclor (2,5lts ha⁻¹PC).

Figura N° 14: Promedios de densidad para los tratamientos preemergentes (pl.m⁻², 40 dps)

Con el fin de profundizar algo más en el comportamiento de los herbicidas y fundamentalmente en el caso del tratamiento T5 que resultara imprevisible se analizó la evolución de las malezas entre los dos conteos (Figuras N°15 y N° 16)



T3=Acetoclor+ Fluorcloridona (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1lts ha⁻¹PC); T4=Acetoclor+Diflufenican (1,5lts.ha⁻¹PC+ 0.2 lts ha⁻¹PC); T5=Acetoclor+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T8=Dimetamida+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T9=Acetoclor (2,5lts ha⁻¹PC).

(*) medias con igual letra no difieren significativamente ($P < 0.10$)

Figura N° 15: Evolución de la población de *D. sanguinalis* (pl.m⁻²).

Figura N° 16: Evolución del total de malezas (pl.m⁻²).

Como puede apreciarse la evolución del total de malezas se corresponde muy aproximadamente con la evolución de la *Digitaria*, lo que era esperable dada la alta proporción de ésta maleza en el enmalezamiento inicial total.

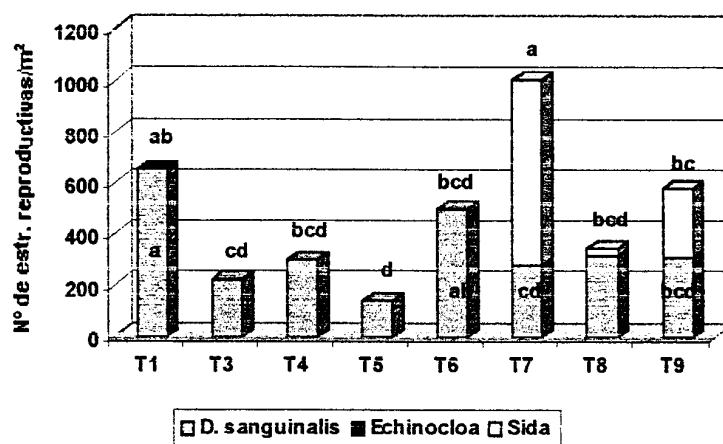
También en este análisis se visualizan diferencias para el tratamiento T5, resultando el único tratamiento en el que se observa un aumento en el número de pasto blanco en el segundo conteo. Esto llama la atención porque, como se dijo anteriormente, el graminicida y la dosis utilizada es igual a lo ensayado en los tratamientos T3 y T4. Por esta razón sería difícil pensar en diferencias a nivel de residualidad en los tratamientos. Sobre la base de estos resultados cabe además pensar si no existió algún error en la primera determinación al evaluar tan bajos enmalezamientos en el T5.

En esta misma fecha, a los 40 dps y 18 días post-aplicación de los postemergentes (T6 y T7) se procedió a la evaluación de los comportamientos de control de estos tratamientos estimándose en forma visual el daño en malezas. El análisis estadístico no pudo comprobar diferencias entre T6 y T7, siendo los promedios de 3.5 y 4.9 respectivamente. Estos promedios están señalando bajos niveles de control aunque podría considerarse que la lectura fue realizada muy próxima a la aplicación

En la segunda evaluación de control para estos mismos tratamientos realizada 10 días más tarde (28 dpa), los promedios, que tampoco se diferenciaron estadísticamente ($P>0.10$) alcanzaron valores de 6.7 para T6 y 8.2 para T7, confirmando lo sostenido anteriormente y señalando buenos comportamientos para los graminicidas postemergentes.

Las últimas determinaciones en malezas fueron realizadas a la cosecha del cultivo cuando se estimó la materia seca residual y el potencial de reinfestación a partir de la evaluación del total de estructuras reproductivas.

Los resultados para esta última determinación se muestran a continuación (Figura N° 17)



T1= Testigo Sucio; T3=Acetoclor+ Fluorcloridona (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1lts ha⁻¹PC); T4=Acetoclor+Diflufenican (1,5lts.ha⁻¹PC+ 0.2 lts ha⁻¹PC); T5=Acetoclor+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T6=Acclonifen+Cletodim (1lts ha⁻¹PC+0,4lts ha⁻¹PC); T7=Cletodim (0,4lts ha⁻¹ PC) T8=Dimetamida+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T9=Acetoclor (2,5lts ha⁻¹PC).

* Medidas con igual letra no difieren significativamente ($P<0.10$)

Figura N° 17: Composición del potencial de reinfestación (n° estructuras reproductivas.m²)

El análisis estadístico detectó efectos muy significativos en este parámetro tanto a nivel de pasto blanco ($P=0.0013$) como para el enmalezamiento total ($P=0.0002$).

En relación a *D. sanguinalis* y como puede apreciarse en el gráfico correspondiente, todos los tratamientos a excepción del T6 redujeron sensiblemente el potencial de reinfestación de la maleza.

Parece de interés destacar dos tendencias notorias. En primer lugar, el comportamiento del tratamiento T5, que se distingue con los más bajos números de estructuras reproductivas a cosecha en concordancia con los resultados de control discutidos anteriormente.

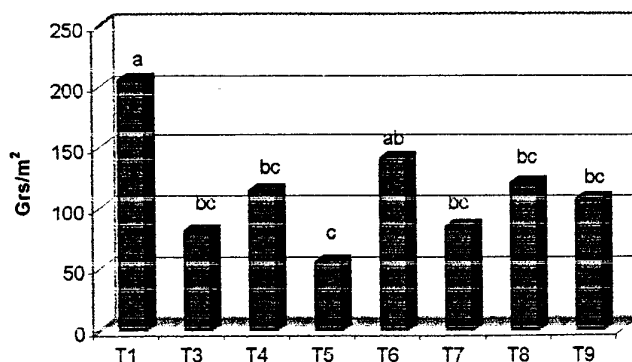
En un segundo término resulta también destacable el bajo impacto del tratamiento T6, en el que el potencial de reinfestación iguala el evaluado en el testigo sin control. Este resultado muy posiblemente se relacione con la expresión de efectos de antagonismo, como es frecuente cuando se utilizan graminicidas postemergentes con herbicidas de hoja ancha (Qureshi et al., 1979).

En el análisis de los resultados correspondientes al enmalezamiento se observaron algunas otras respuestas interesantes. En general, puede afirmarse que exceptuando el tratamiento T7, los restantes muestran tendencias similares a lo observado con *D. sanguinalis* y que la mayor diferencia tiene estrecha relación con lo ocurrido en este tratamiento, en el cual el potencial tiende inclusive a ser mayor al estimado en el testigo sin control.

Del estudio de la composición de estos tratamientos surgen importantes efectos de sustitución que estarían explicando los valores totales. Como puede apreciarse en el gráfico el elevado potencial de reinfestación en el T7 es el resultado de la contribución de las estructuras reproductivas (esquizocarpos) de *Sida sp.* En los 2 tratamientos con control exclusivo de gramíneas como el T7 y el T9 se constató un incremento en esta especie, pudiendo interpretarse como que la desaparición de las malezas gramíneas en estos tratamientos dio lugar a la implantación exitosa de esta otra maleza de hoja ancha.

Otro aspecto que parece destacable es la contribución de *Echinochloa sp.* en el testigo. Esta presencia aún siendo mínima confirma la mayor susceptibilidad de la especie a los herbicidas. En la mayoría de los trabajos en relación al tema se destaca a *Echinochloa sp.* como marcadamente más susceptible al control que *D. sanguinalis*.

Los resultados en la fitomasa residual guardan relación con los anteriores con mínimas variantes relacionadas con las características de las especies presentes. La fitomasa se corresponde fundamentalmente con los aportes de pasto blanco y eso explica los altos valores en T1 y T6. A diferencia de *D. sanguinalis*, *Sida sp.* es una maleza con alta producción de estructuras reproductivas por unidad de fitomasa y eso explica la diferencia comparada esta gráfica con la relativa a las estructuras reproductivas.



T1= Testigo Sucio; T3=Acetoclor+ Fluorcloridona (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1lts ha⁻¹PC); T4=Acetoclor+Diflufenican (1,5lts.ha⁻¹PC+ 0.2 lts ha⁻¹PC); T5=Acetoclor+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T6=Aclonifen+Cletodim (1lts ha⁻¹PC+0,4lts ha⁻¹PC); T7=Cletodim (0,4lts ha⁻¹) T8=Dimetamida+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T9=Acetoclor (2,5lts ha⁻¹PC).

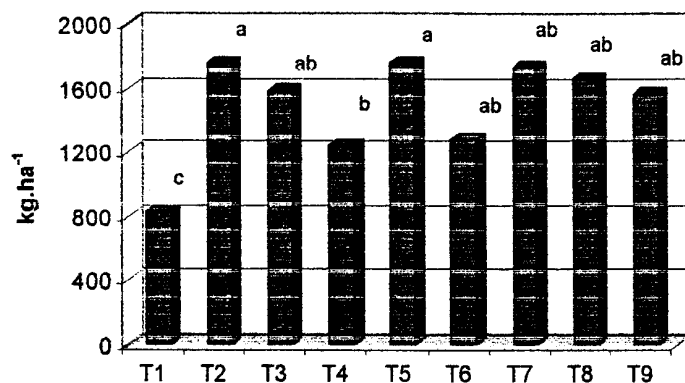
* Medidas con igual letra no difieren significativamente ($P<0.10$)

Figura N° 18: Fitomasa de malezas a cosecha (gr. m⁻²)

4.2.3 Resultados en cultivo

Los resultados de la evaluación del rendimiento final del cultivo, señalaron efectos muy significativos de los tratamientos ($P=0.001$) y mostraron concordancia con los comportamientos de control determinados anteriormente para los mismos.

Así, los mayores rendimientos se alcanzaron en el T5 que fuera el tratamiento que permitiera las mayores reducciones de la interferencia e igualara el valor logrado en el testigo limpio. (Figura N° 19)



T1= Testigo Sucio; T3=Acetoclor+ Fluorcloridona (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1lts ha⁻¹PC); T4=Acetoclor+Diflufenican (1,5lts.ha⁻¹PC+ 0.2 lts ha⁻¹PC); T5=Acetoclor+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T6=Aclonifen+Cletodim (1lts ha⁻¹PC+0,4lts ha⁻¹PC); T7=Cletodim (0,4lts ha⁻¹PC) T8=Dimetamida+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T9=Acetoclor (2,5lts ha⁻¹PC).

(*) medias con igual letra no difieren significativamente ($P < 0.10$)

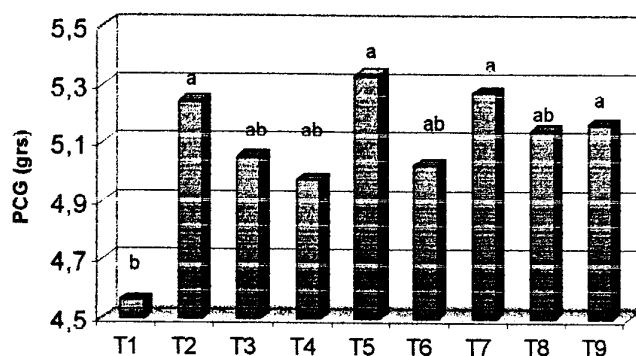
Figura N° 19: Rendimiento en girasol (kg.ha⁻¹)

Los tratamientos T3, T6, T7, T8 y T9 mostraron comportamientos intermedios y el T4 aún también diferenciándose del testigo sucio, resultó el de menor respuesta en el cultivo.

El incremento promedio debido a la utilización de controles resultó de 732 kg.ha⁻¹, siendo la respuesta máxima de 928 kg.ha⁻¹. A los valores de grano de girasol y agroquímicos actuales, todos los tratamientos resultaron rentables, inclusive el que determinara las menores respuestas.

Se agrega además el dato de la determinación correspondiente a peso de los cien granos corregido por humedad (PCG), la cual tal como puede observarse en la Figura N°20 a continuación, muestra relación aproximada con los resultados obtenidos en rendimiento.

Como comentario podría destacarse el mejor comportamiento comparativo del T9 en esta oportunidad, lo cual resulta difícil de explicar en consideración de los resultados previos que no lo destacaron particularmente de las otras opciones.



T1= Testigo Sucio; T3=Acetoclor+ Fluorcloridona (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1lts ha⁻¹PC); T4=Acetoclor+Diflufenican (1,5lts.ha⁻¹PC+ 0.2 lts ha⁻¹PC); T5=Acetoclor+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T6=Aclonifen+Clotodim (1lts ha⁻¹PC+ 0,4lts ha⁻¹PC); T7=Clotodim (0,4lts ha⁻¹ PC)T8=Dimetamida+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T9=Acetoclor (2,5lts ha⁻¹PC).

* Medidas con igual letra no difieren significativamente ($P < 0.10$)

Figura N° 20: Peso de cien granos (Gramos)

4.2.4 Relaciones malezas-cultivo

Con los resultados de malezas y cultivo se procedió además al análisis de sus posibles asociaciones. Como se detallara en Materiales y Métodos se estudiaron las regresiones para n° de malezas totales a los 21 dps, n° de *D. sanguinalis* a los 21 dps, y % cobertura por malezas a los 40 dps vs. rendimiento del cultivo.

Sólo resultaron significativas las regresiones para rendimiento con densidad de malezas totales ($P=0.0001$; $r^2=0.46$) y con densidad de *D. sanguinalis* ($P=0.0001$; $r^2=0.50$) correspondientes a la evaluación a los 21 dps y considerando los pares de valores de la totalidad de los tratamientos.(ver Apéndice 3)

En ambas regresiones, el ajuste fue de tipo lineal y así la pérdida de rendimiento estimada por efecto malezas resultó de 3.22 kg.há⁻¹ de grano por cada planta de *D. sanguinalis* y de 3.09 kg. há⁻¹ de grano por cada planta maleza. Como se observa la pérdida por planta de *D. sanguinalis* es mayor que la pérdida por planta de maleza, lo cual puede interpretarse como que esta maleza presenta mayor potencial de interferencia que las otras presentes en el experimento.

4.2.5 Cálculo de umbrales de daño económico

Para el cálculo de umbrales de daño económico no pudo utilizarse la fórmula recomendada que es la propuesta por Cousens (1986). Como se planteó en la revisión esta fórmula tiene la virtud de basarse en asociaciones malezas-pérdida de rendimiento en cultivo de tipo hiperbólico, lo cual se corresponde con las respuestas teóricas mayormente previsibles y reales comprobadas en numerosas investigaciones.

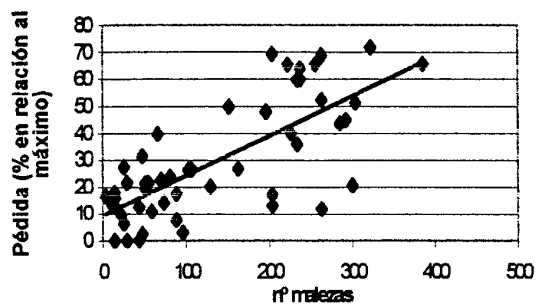
En el presente experimento la imposibilidad de comprobar asociaciones de este tipo posiblemente se haya relacionado con dos factores.

En primer lugar debe considerarse la presencia de altas densidades de malezas en los testigos sucios (*mínimo 196 y máximo 385 pl.m⁻²*). Esto y como lo alertó Cousens (1986) imposibilita, en general, la comprobación de asociaciones malezas-rendimiento ya que se podría estar estudiando sólo un rango de la asociación teórica, el tramo final de la curva de respuesta en el que con densidades muy altas ya no ocurren variaciones en los efectos sobre cultivo. (ver Apéndice 4)

Por otra parte en el caso de la asociación comprobada en este experimento que resultó lineal y surgió del estudio de todos los pares de valores deben realizarse algunas consideraciones adicionales. En general estas estimaciones que incluyen determinaciones de malezas en parcelas tratadas presentan limitaciones. En el caso del presente experimento, tiene relación fundamentalmente, con el hecho de no haberse ponderado las densidades en función de sus diferencias en desarrollo. Seguramente las densidades presentes en los tratamientos preemergentes, aún siendo importantes, se correspondían en apreciable proporción a plantas en estados más tempranos, segundas o terceras generaciones después del supuesto control de/los herbicidas preemergentes sobre la primera tanda de emergencias o "cohorte". Estas densidades, aún siendo apreciables, no representan la capacidad de interferencia real que tendría un enmalezamiento de igual población pero en competencia desde el inicio y por lo tanto desaparecen en el modelo los tramos de mayor efecto que podrían variar la pendiente "linearizando" la asociación.

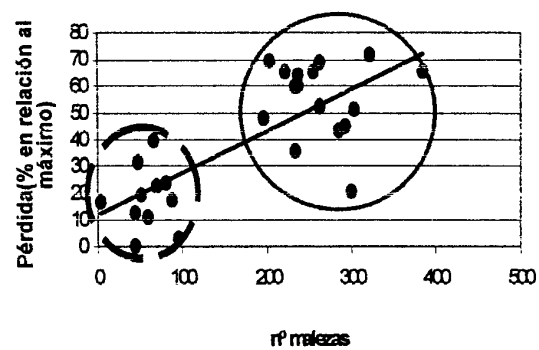
En forma alternativa, para el cálculo de los umbrales se utilizó la fórmula propuesta por Norton (1976) que es la única de las planteadas en la revisión que permite trabajar con un coeficiente de regresión de ajuste lineal. El autor considera además, que constituye una alternativa útil para aquellas situaciones en la que la población de malezas es monoespecífica, como en este caso.

Inclusive procurando mejorar la estimación de los coeficientes a utilizar en el cálculo de umbrales, se procedió al estudio de las relaciones malezas-rendimiento conjuntando los resultados de los dos experimentos. En este análisis la variable Y analizada fue el % de pérdida en relación al máximo para cada experimento y se encontraron asociaciones significativas cuando se estudiaron todos los pares de valores ($P=0.0001$; $r^2=0.60$ (Fig. N° 21)) y también en el caso de los pares correspondientes sólo a los testigos sucios ($P=0.001$; $r^2=0.61$)(Fig. N° 22) .



$$Y = 11.91 + 0.156 x$$

Fig. N° 21 Regresión malezas-rendimiento para todos los pares de valores de los 2 experimentos



$$Y = 9.40 + 0.148 x$$

Fig. N° 22 Regresión malezas-rendimiento para los pares de valores en los testigos sucios de los 2 experimentos

Como puede observarse la regresión para los testigos sucios, aún siendo significativa, tiene escaso valor biológico. Pueden identificarse claramente los 2 extremos de la respuesta para los bajos valores de enmalezamiento en el experimento 1 en La Manera y las altas densidades determinadas en el experimento 2 en Santa Francisca.

La regresión para la totalidad de los pares de valores mejora el ajuste y sin grandes variaciones en la estimación del coeficiente se logra un r^2 algo más alto que el obtenido con sólo un experimento.

Con estas consideraciones se pretende advertir sobre los posibles errores en la estimación del UDE, en particular a partir de los resultados de un sólo experimento y por lo tanto sobre las limitaciones para su utilización.

Los resultados del cálculo de umbrales para el Experimento 2 en Santa Francisca, se presentan en el siguiente cuadro (Cuadro N° 9).

Cuadro N°9: Cálculo de Umbrales de daño económico

	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Costo trat.	39.5	36.2	39.9	45	13.5	51.4	30.3
Eficiencia	0.51	0.34	0.95	0.67	0.82	0.4	0.44
UDE	172	236	93	149	37	285	153

T3=Acetoclor+ Fluorcloridona (1,5lts.ha⁻¹ PC+ 1lts ha⁻¹PC); T4=Acetoclor+Diflufenican (1,5lts.ha⁻¹ PC+ 0.2 lts ha⁻¹PC); T5=Acetoclor+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹ PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T6=Aclonifen+Cletodim (1lts ha⁻¹ PC+ 0,4lts ha⁻¹PC); T7=Cletodim (0,4lts ha⁻¹ PC) T8=Dimetamida+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹ PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T9=Acetoclor (2,5lts ha⁻¹PC).

Se puede apreciar y como era esperable de acuerdo a la formula utilizada, que los menores UDE se calculan en aquellos tratamientos que presentaron las mayores eficiencias y viceversa.

Se aprecia además que todos los tratamientos a excepción del T8 determinan UDEs que está por debajo de la cantidad de malezas presentes en la chacra (262 pl.m⁻²). Esto llevaría a concluir que todos los tratamientos fueron económicamente rentables, ya que el beneficio de aplicar sería mayor que el costo de la aplicación.

A los efectos de presentar más información respecto a esto, se calculó el incremento en dolares por hectárea que se obtuvo al aplicar los tratamientos. (Cuadro N° 10).

Cuadro N°10: Incremento por há. debido a la aplicación.

	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Incremento (US\$/ha)	66	22	90	18	112	65	72

T3=Acetoclor+ Fluorcloridona (1,5lts.ha⁻¹ PC+ 1lts ha⁻¹PC); T4=Acetoclor+Diflufenican (1,5lts.ha⁻¹ PC+ 0.2 lts ha⁻¹PC); T5=Acetoclor+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹ PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T6=Aclonifen+Cletodim (1lts ha⁻¹ PC+ 0,4lts ha⁻¹PC); T7=Cletodim (0,4lts ha⁻¹) T8=Dimetamida+Prometrina (1,5lts.ha⁻¹ PC+ 1.5 lts ha⁻¹PC); T9=Acetoclor (2,5lts ha⁻¹PC).

Por otra parte la utilidad de los UDE al presente, en la medida en que no existe la posibilidad de predecir los niveles de enmalezamiento al momento de decidir los pre al menos en nuestro país, se restringe a los post. Para éstos en particular resulta destacable el impacto de la utilización del T7 apreciable tanto en el bajísimo UDE resultante así como en la estimación de la rentabilidad calculada en el cuadro anterior.

En relación a los preemergentes la variabilidad que encontramos en la eficiencia concuerda con la que se ha venido observando en las investigaciones en el tema y como resultado de la experiencia de producción. En general no existen respuestas importantes para enmalezamientos de moderados a bajos (de 0 a 150 pl.m⁻²) y existe gran variabilidad dependiendo del tratamiento. Se ve una gran diferencia en eficiencia entre el T5 y el T4 siendo la de este último menos de la mitad del anterior. No tan grande es la diferencia entre el T5 y el T8, pero no deja de ser muy importante.

Todo lo analizado anteriormente lleva a tomar conciencia de la necesidad de seguir investigando en esta área para poder así prever con más exactitud el comportamiento de los diferentes tratamientos herbicidas.

5 CONCLUSIONES

5.1 EXPERIMENTO 1

El experimento se vio afectado por las condiciones climáticas. Fue un año muy particular en que el balance hídrico fue muy negativo como consecuencia de las bajas precipitaciones, lo cual se cree tuvo gran influencia en los resultados obtenidos..

En los tratamientos con herbicidas preemergentes se encontraron diferencias significativas, tanto en el primer como segundo conteo del total de malezas, entre el testigo sucio y el promedio de los demás tratamientos, aunque no se pudieron constatar diferencias entre los tratamientos.

Para el caso de los herbicidas postemergentes, presentó mejor comportamiento aquel tratamiento que incluía solamente un graminicida selectivo postemergente (T7), en comparación con el que era el mismo graminicida mezclado con un herbicida de hoja ancha (T6). Esto podría deberse a un antagonismo en el caso de la mezcla.

Los tratamientos no mostraron diferencias significativas en la cantidad de fitomasa de malezas total a cosecha. Sin embargo, si se encontraron diferencias en la fitomasa de *Setaria* sp. a cosecha, siendo los postemergentes y el T5 (acetoclor + prometrina) los que mostraron menores valores para esta variable.

Hubieron dos tratamientos que se comportaron igual que el testigo sucio (T3 y T9) en lo que respecta al potencial de reinfestación, y el resto presentaron un menor número de inflorescencias. Lo que cabe destacar es que el T3 había obtenido buen nivel de control en las primeras determinaciones si se lo compara con los demás tratamientos.

No se encontraron asociaciones entre ninguna de las variables de malezas y las de rendimiento del cultivo, dado que en todos los casos estudiados las regresiones dieron no significativas ($P > 0.10$).

No se detectaron efectos de los tratamientos en el rendimiento del cultivo, ni en ninguno de los componentes del rendimiento.

No fue posible proceder al cálculo de umbrales de daño ya que ninguna de las regresiones estudiadas fue significativa.

5.2 EXPERIMENTO 2

El enmalezamiento en el experimento estuvo compuesto fundamentalmente por una infestación de *D. sanguinalis* (98% del total) .

Todos los tratamientos ensayados, tanto los pre como los postemergentes, mostraron efectos de control disminuyendo significativamente la presión de enmalezamiento en relación al testigo sin aplicación.

Dentro de los preemergentes, se detectaron diferencias entre tratamientos en la primera evaluación realizada a los 21 dps, resultando el T5 (acetoclor + prometrina) con los mayores porcentajes de control (95%) mientras que los demás tratamientos sólo alcanzaron niveles entre un 30 y un 45 %.

Pese a este resultado en la primera evaluación, en la segunda (a los 42 dps) en la que se utilizara cobertura de suelo por malezas como estimación de control, no se detectaron diferencias entre los tratamientos preemergentes

Los tratamientos postemergentes no mostraron diferencias estadísticas entre sí aunque se observó una leve superioridad del T7 sobre el T6 en cuanto a control, rendimiento y potencial de reinfestación. Esto fue interpretado como consecuencia de posibles efectos de antagonismo del herbicida de hoja ancha sobre el graminicida en este tratamiento mezcla.

La evaluación a nivel del enmalezamiento a cosecha confirmó los resultados de control observados a lo largo del periodo de cultivo, constatándose importantes reducciones en el potencial de reinfestación de *D.sanguinalis* en todos los tratamientos excepto el T6. Se encontraron además, efectos de sustitución de malezas hoja ancha por gramíneas en aquellos tratamientos en los que se aplicara solamente graminicida, constatándose elevados potenciales de reingresos de malezas como *Sida sp.* en estos tratamientos.

Los tratamientos afectaron significativamente el rendimiento del cultivo. Las respuestas resultaron concordantes con las tendencias observadas en las evaluaciones de control constatándose por ende los mayores incrementos en el T5.

El estudio de las asociaciones nivel de enmalezamiento vs. rendimiento de cultivo señaló relaciones significativas tanto para número de *D. sanguinalis* a los 21 dps

como para el total de malezas en la misma fecha y ninguna asociación cuando el enmalezamiento fue estimado a partir de la cobertura a los 42 dps.

Los umbrales de daño económico calculados resultaron ser menores a las densidades encontradas a campo. Esto significa en términos prácticos que si se hubiesen utilizado, los resultados económicos serían positivos. A los valores actuales para grano de girasol y tratamientos herbicidas, la totalidad de las opciones de control ensayadas mostraron rentabilidad.

6. RESUMEN

En el período Diciembre 1999 – Marzo 2000 se instalaron en Soriano 5 ensayos cuyo objetivo era determinar Umbrales de daño económico de malezas en cultivos de Girasol en siembra directa, y de los factores involucrados en su variabilidad.

Los tratamientos se dispusieron en un diseño experimental de 3 bloques divididos en 9 parcelas cada uno, arreglando los tratamientos al azar. Los tratamientos consistieron en un testigo limpio, un testigo sucio y siete tratamientos herbicidas. Dentro de los tratamientos herbicidas se diferenciaban 5 preemergentes y 2 postemergentes. Los preemergentes fueron acetoclor + fluorcloridona ($1.5 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC} + 1 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC}$), acetoclor + diflufenican ($1.5 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC} + 0.2 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC}$), acetoclor + prometrina ($1.5 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC} + 1.5 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC}$), dimetamida + prometrina ($1.5 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC} + 1.5 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC}$), acetoclor ($2.5 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC}$). Los postemergentes fueron aclonifen + cletodín ($1 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC} + 0.4 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC}$), cletodín ($0.4 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC}$).

Los preemergentes fueron aplicados entre dos y tres días post siembra y los postemergentes fueron aplicados entre 40 y 42 dps.

Para las determinaciones a nivel de malezas se realizaron dos conteos, a los 20 dps y 40 dps en el caso de los pre. Para el caso de los post también se hicieron 2 determinaciones, a los 18 dpa y 28 dpa. Las últimas determinaciones se realizaron a cosecha del cultivo.

Las variables estudiadas fueron aquellas que describen el nivel de enmalezamiento y su impacto en el rendimiento por efecto de los tratamientos herbicidas.

Se logró calcular los umbrales de daño económico para uno solo de los experimentos, en cual se pudo ajustar una regresión lineal entre la densidad de malezas y el rendimiento. Pese a no ser ésta la forma más recomendada, fue la única opción ya que no se ajustó una regresión del tipo hipérbola que sería la más adecuada.

Los valores de UDE calculados mostraron que cada una de las opciones herbicidas fueron rentables para las características del enmalezamiento, pero hay que destacar que se trabajaron con niveles de enmalezamiento inicial muy altos.

En lo que respecta al comportamiento de los tratamientos herbicidas, se destacó el comportamiento del tratamiento de acetoclor + prometrina, y también la muy buena opción que constituyen los postemergentes.

7. SUMMARY

Between December 1999 and March 2000, five experimental assays were installed on commercial, no tillage primary sunflower crops in Soriano, in order to determinate Economic thresholds for weed management, and the factors which influenced in these thresholds.

Weed treatments were randomized in a block design, which consisted on 7 treatments, a weed-free witness and one weeded control. The treatments used were 5 preemergents and two postemergents. The preemergents evaluated were: acetoclor + fluorcloridona ($1.5 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC} + 1 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC}$), acetoclor + diflufenican ($1.5 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC} + 0.2 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC}$), acetoclor + prometrina ($1.5 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC} + 1.5 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC}$), dimetamida + prometrina ($1.5 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC} + 1.5 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC}$), acetoclor ($2.5 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC}$). The postemergents evaluated were: aclonifen + cletodin ($1 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC} + 0.4 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC}$), cletodin ($0.4 \text{ lt. ha}^{-1} \text{ PC}$).

Preemergentes were sprayed 2 or 3 days after seeding and the postemergents were sprayed 40 or 42 days after seeding. For weed determinations, these were counted twice, 20 and 40 days after seeding for preemergents. Postemergents also were evaluated twice, 18 and 28 days after spraying. The last determinations were done when harvesting.

Variables studied were those which describe weed infestation and its impact on sunflower yield.

Economic thresholds could be calculated only in one experiment, in which we could adjust a linear regression between weed density and crop yield. Although this is not the best way to determine threshold, it was the only possible way, because we could get a non-linear regression.

All thresholds showed that every treatment was profitable for the weed densities founded in the field, but it is important to say that these densities were high

The best treatment resulted the mixture of acetoclor + prometrina, and all postemergents showed good response.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. BERTI, A.; DUNAN, C.; SATTIN, M.; WESTRA, P.; ZANIN, G. 1996. A New Approach to Determine when to Control Weeds. *Weed Science* 44 : 496-503.
2. BRAIN, P.; WILSON, B. J.; WRIGHT, K. J.; SEAVERS, G. P.; CASELEY, J. C. 1999. Modelling the effect of crop and weed on herbicide efficacy in wheat. *Weed research*. 39: 21-35
3. CARDINA, J.; REGNIER, E.; SPARROW, D. 1995. Velvetleaf (*Abutilon theoprasiti*) Competition and Economic Thresholds in Conventional and No-Tillage Corn (*Zea mays*). *Weed Science*. 43: 81-87
4. CUSSANS, G. W.; COUSENS, R. D.; WILSON, B. J. 1986. Thresholds for weed control – the concepts and their interpretation. *Economic Weed Control*.:253-260
5. ECHAVARREN, N.; KLUVER, D.; RODRÍGUEZ, L. 1999. Evaluación de diferentes alternativas herbicidas para el control de hojas anchas en cultivos de Girasol (*Helianthus annuus*) de primera en siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 2-11
6. FERRAZ MENDEZ, P. M.; PEREZ LOPACCHER, J. N. 1999. Evaluación de diferentes manejos de rastrojos de trigo (*Triticum aestivum*) en la eficiencia de control de malezas con herbicidas pre y postemergentes en girasol en siembra directa y su impacto en el rendimiento. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía .23-48
7. KROPFF, M. J.; LOTZ, L. A. P. 1992. Optimization of Weed Management Systems: The Role of Ecological Models of Interplant Competition. *Weed Technology*. 6: 462-470
8. LINDQUIST, J. L.; MORTENSEN, D. A.; WESTRA, P.; LAMBERT, W. J.; BAUMAN, T. T.; FAUSEY, J. C.; KELLS, J. J.; LANGTON, S. J.; HARVEY, R. G.; BUSSLER, B. H.; BANKEN, K.; CLAY, S.; FORCELLA, F. 1999. Stability of corn (*Zea mays*)-foxtail (*Setaria spp.*) interference relationships. *Weed Science*. 47:195-200

9. NGOUAJIO, M.; LEROUX, G. D.; LEMIEUX, C. 1999. A flexible sigmoidal model relating crop yield to weed relative leaf cover and its comparison with nested models. *Weed Research* 39: 329-343.
10. OLIVER, L.R. Principios para la Investigación sobre Umbrales en Malezas. *Comalfi*. 17:1-6
11. ONOFRI, A.; TEI, F. 1994. Competitive ability and thresholds levels of three broadleaf weed species in sunflower. *Weed Research*. 34: 471-479
12. QURESHI, F.A. & VANDEN BORN, W.H. (1979). Interaction of diclofop-methyl and MCPA on wild oat (*Avena Fatua*). *Weed Science* 27: 202-5.
13. SAS Institute Inc. (1985) SAS/STAT Users Guide Release 6 Edition. SAS Institute, Cary, NC.
14. SATORRE, E.H.; VITTA, J.I. 1999. Validation of a weed:crop competition model. *Weed Research* 39: 259-269.
15. THORNTON, P. K.; FAWCETT, R. H.; DENT, J. B.; PERKINS, T. J. 1990. Spatial weed distribution and economic thresholds for weed control. *Crop Protection*. 9:337-342
16. WILSON, B. J.; WRIGHT, K. J.; BRAIN, P.; CLEMENTS, M.; STEPHENS, E. 1995. Predicting the competitive effects of weed crop density on weed biomass, weed seed production and crop yield in wheat. *Weed Research*. 35: 265-278
17. ZANIN, G.; BERTI, A.; TONIOLO, L. 1993. Estimation of economic thresholds for weed control in winter wheat. *Weed Research*. 33: 459-467.

9. APENDICES

Apndice Numero 1: RESUMEN ESTADISTICO DEL EXPERIMENTO 1

Numero de plantas al primer conteo

F.de Var.	G.L	Setaria		Digitaria		Tot. Gram.		Total	
		CME	P> F	CME	P> F	CME	P> F	CME	P> F
Bl	2	334		3672		234		43	
Trat	5	198	0,71	7892	0,19	974	0,18	1480	0,019
Error	9	334		4103		497		304	
Total	16								

Numero de plantas al segundo conteo

F.de Var.	G.L	Setaria		Digitaria		Tot. Gram.		Total	
		CME	P> F	CME	P> F	CME	P> F	CME	P> F
Bl	2	1810		239		2033		2651	
Trat	4	625	0,32	61	0,33	417	0,48	840	0,52
Error	8	447		46		435		960	
Total	14								

Numero de inflorescencias a cosecha

F.de Var.	G.L	Setaria		Digitaria		Tot. Gram.		Total	
		CME	P> F	CME	P> F	CME	P> F	CME	P> F
Bl	1	24258		83088		16398		53208	
Trat	7	12520	0,62	13981	0,16	39917	0,11	91443	0,14
Error	7	15849		6402		14520		39290	
Total	15								

Materia Seca de malezas a cosecha

F.de Var.	G.L	Setaria		Digitaria		Tot. Gram.		Total	
		CME	P> F	CME	P> F	CME	P> F	CME	P> F
Bl	1	1501		5513		1254		50,2	
Trat	7	1171	0,53	745	0,17	3257	0,1	3254	0,091
Error	7	1246		359		1210		1118	
Total	15								

Determinaciones en el cultivo

F.de Var.	G.L	PCG		Rend/há		Rend/cap	
		CME	P> F	CME	P> F	CME	P> F
Bl	1	0,003		11079		66	
Trat	8	0,089	0,34	54440	0,44	134	0,56
Error	8	0,068		49419		150	
Total	17						

Apéndice Número 2: RESUMEN ESTADÍSTICO DEL EXPERIMENTO 2

Numero de plantas al primer conteo

F.de Var.	G.L	Digitaria		Tot. Gram.		Total	
		CME	P> F	CME	P> F	CME	P> F
Bl	2	2168		2427		1808	
Trat	5	19205	0.021	19313	0.018	20140	0.026
Error	10	4297		4120		4869	
Total	17						

Numero de plantas al segundo conteo

F.de Var.	G.L	Digitaria		Tot. Gram.		Total	
		CME	P> F	CME	P> F	CME	P> F
Bl	2	2546		11799		11421	
Trat	4	2169	0.23	4112	0.16	58176	0.15
Error	8	1244		1881		26456	
Total	14						

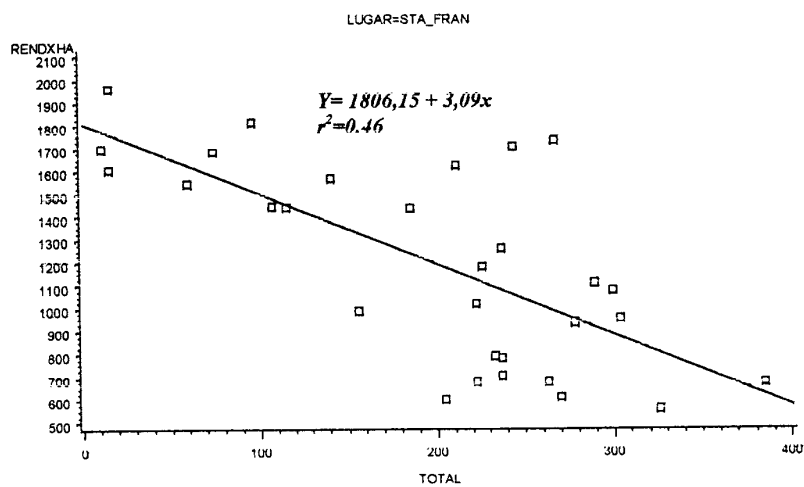
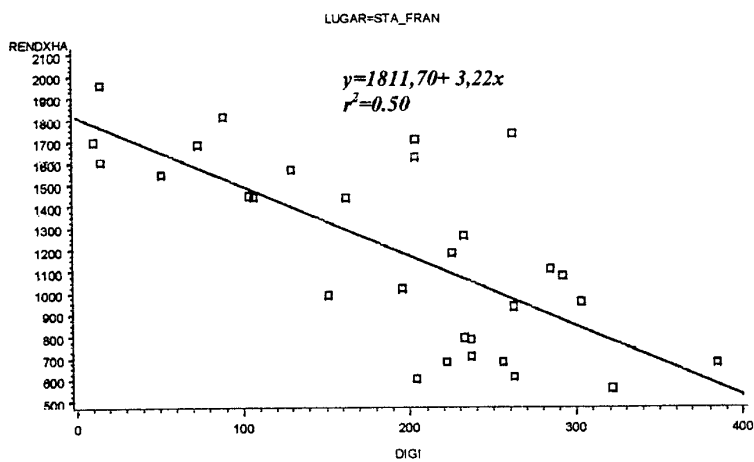
Numero de inflorescencias a cosecha

F.de Var.	G.L	Digitaria		Tot. Gram.		Total	
		CME	P> F	CME	P> F	CME	P> F
Bl	2	5877		5833		172177	
Trat	7	77956	0.0054	77977	0.0054	233478	0.0599
Error	14	15749		15752		89409	
Total	23						

Determinaciones en el cultivo

F.de Var.	G.L	PCG		Rend/há		Rend/cap	
		CME	P> F	CME	P>F	CME	P> F
Bl	2	0.2173		50918		22.5	
Trat	8	0.1563	0.0609	279357	0.0010	273.3	0.0010
Error	16	0.063		44781		50.2	
Total	26						

Apendice Numero 3: GRAFICOS DE REGRESIONES DEL EXPERIMENTO 2



Apéndice numero 4: Regresión entre numero de malezas y rendimiento ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) de los testigos sucios.

