



---

FACULTAD DE  
**AGRONOMIA**  
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

**ALTERNATIVA DE CONTROL QUIMICO  
DE BALANGO (*Avena fatua* L.) EN  
TRIGO (*Triticum aestivum*)**

**por**

**Facundo Luis FONTES RIAL  
Alejandro HAREAU PEÑA**

**TESIS**

**2001**

---

**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

---



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

**ALTERNATIVAS DE CONTROL  
QUIMICO DE BALANGO (*Avena fatua* L.)  
EN TRIGO (*Triticum aestivum*)**

por

**FONTES RIAL Facundo Luis  
HAREAU PEÑA Alejandro**

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2001

Tesis aprobada por:

Director: GRISSEL FERNANDEZ

Nombre completo y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

Fecha: \_\_\_\_\_

Autor: \_\_\_\_\_

Nombre completo y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Ing. Agr. Grisel Fernández, directora de este trabajo, por su constante dedicación, apoyo y afecto brindado durante la realización del mismo.

A la Ing. Agr. Juana Villalba, por el afecto brindado, por su constante colaboración en todo momento y el insustituible apoyo brindado durante la etapa de campo.

Al Ing. Agr. Oscar Bentancur, ya que sin su apoyo y colaboración, la realización del análisis estadístico hubiese sido una tarea ardua e interminable.

A AUSID, representada por los Ings. Agrs. Andrés Marchesi y Andrés Quincke, por la colaboración brindada durante la etapa de campo.

Al Ing. Agr. Esteban Hoffman, por su apoyo técnico y colaboración en la corrección de este trabajo.

A los funcionarios de Facultad por habernos facilitado todos los materiales necesarios y por la realización de ciertas tareas puntuales.

Al Sr. Raúl Martínez por habernos permitido instalar el experimento en dos de sus chacras comerciales.

A nuestros familiares y amigos que de alguna manera u otra nos apoyaron durante la realización de este trabajo y a lo largo de toda la carrera.

A todos aquellos que de una manera u otra permitieron realizar y culminar este trabajo.

# TABLA DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
PAGINA DE APROBACION-----	II
AGRADECIMIENTOS-----	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES-----	IV
<b>1. INTRODUCCION-----</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISION BIBLIOGRAFICA-----</b>	<b>2</b>
2.1. EFECTO DE LA INTERFERENCIA DE <i>Avena fatua</i> L. EN TRIGO---	2
2.2. ASPECTOS RELEVANTES DE <i>Avena fatua</i> L.-----	3
2.2.1. <u>Características morfológicas</u> -----	3
2.2.2. <u>Algunos aspectos de la biología</u> -----	4
2.2.3. <u>Dinámica poblacional</u> -----	6
2.3. MANEJO DE BALANGO-----	7
2.3.1. <u>CONTROL QUÍMICO</u> -----	8
2.3.2. <u>OTROS CONTROLES: manejo de barbechos, quema y laboreo de rastrojos, rotación de cultivos, fertilización nitrogenada, etc-</u>	16
<b>3. MATERIALES Y METODOS-----</b>	<b>19</b>
3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES-----	19
3.1.1. <u>Ubicación de los experimentos</u> -----	19
3.1.2. <u>Instalación de los experimentos</u> -----	19
3.2. TRATAMIENTOS Y METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN-----	20
3.3. DETERMINACIONES-----	21
3.3.1. <u>En el cultivo</u> -----	21
3.3.2. <u>En la maleza</u> -----	22
3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL-----	23
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO-----	23

4. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	24
5. <u>CONCLUSIONES</u>	40
6. <u>RESUMEN</u>	42
7. <u>SUMMARY</u>	44
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	45
9. <u>ANEXO</u>	49

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

<b>Cuadro N°</b>		<b>Página</b>
<b>Cuadro N° 1</b>	Tratamientos realizados en el experimento 1. -----	20
<b>Cuadro N° 2</b>	Tratamientos realizados en el Experimento 2.-----	20
<b>Cuadro N° 3</b>	Ubicación de los tratamientos en el experimento 1.-----	21
<b>Cuadro N° 4</b>	Ubicación de los tratamientos en el experimento 2.-----	21
<b>Cuadro N°5.</b>	Lectura de control (escala visual) a los 26 dpa-----	25
<b>Cuadro N°6.</b>	Lectura de control (escala visual) a los 32 dpa -----	26
<b>Cuadro N°7.</b>	Comportamiento comparativo de los herbicidas ensayados ( 32 dpa)-----	26
<b>Cuadro N°8.</b>	Enmalezamiento (kg.MS.há <sup>-1</sup> ) en los diferentes tratamientos a los 150 dps.-----	27
<b>Cuadro N° 9.</b>	Comportamiento comparativo de los herbicidas ensayados(17 dpa).-----	30
<b>Cuadro N° 10.</b>	Comportamiento comparativo de los herbicidas ensayados (24 dpa)-----	32
<b>Cuadro N°11.</b>	Relación materia seca trigo/materia seca balango para cada tratamiento a los 74 dps (24 días post aplicación de los herbicidas).-----	33
<b>Cuadro N°12.</b>	Porcentaje de germinación según grado de madurez y tratamiento con/sin glifosato.-----	38

<b>Figura N°</b>	<b>Página</b>
<b>Figura N°1.</b> Composición por estado de desarrollo de la población de balango a los 50 dps.-----	24
<b>Figura N°2.</b> Materia seca de cultivo (kg.MS.há <sup>-1</sup> ) a los 150 dps en los diferentes tratamientos.-----	28
<b>Figura N°3.</b> Composición por estado de desarrollo de la población de balango a los 44 dps.-----	29
<b>Figura N°4.</b> Lectura de control (escala visual) a los 24 dpa-----	31
<b>Figura N°5.</b> Enmalezamiento (kg MS.há <sup>-1</sup> ) en los diferentes tratamientos a los 74 dps (24 dpa).-----	32
<b>Figura N°6.</b> Enmalezamiento (kg MS.há <sup>-1</sup> ) en los diferentes tratamientos (164 dps).-----	34
<b>Figura N°7.</b> Rendimiento en grano (kg.há <sup>-1</sup> ) a los 164 dps.-----	35
<b>Figura N°8.</b> Proporción de semillas clasificadas según grado de madurez en la panoja al momento de la aplicación.-----	36
<b>Figura N°9.</b> Germinación acumulada (%) a los 4, 7,11 y 14 días para con y sin Glifosato.-----	37

## 1. INTRODUCCION

*Avena fatua* L. es una maleza de gran agresividad, capaz de determinar importantes reducciones en el rendimiento de cereales de invierno y cuya presencia en chacras del país, viene incrementando en los últimos años.

En estudios nacionales recientes, se han determinado significativos efectos de su interferencia en el rendimiento de trigo, inclusive con niveles de infestación de tan sólo 12 plantas.m<sup>-2</sup> (Bello y Frontini, 1999).

En la consideración de la problemática asociada a esta especie debe tenerse presente además de la magnitud de la interferencia que puede llegar a determinar esta maleza, su elevada capacidad reproductiva y su habilidad para la persistencia en suelo (Bidegain y Perdomo, 1998). Estas características hacen imprescindible la instrumentación de medidas de control que contemplen el manejo de las poblaciones con impacto en el largo plazo y enfatizan la necesidad de alcanzar elevados niveles de eficiencia en los programas de control de la especie.

La información comparativa de los herbicidas selectivos disponibles para el control de esta maleza en cultivos es escasa y particularmente, en relación a los efectos a largo plazo en la dinámica poblacional de la especie.

El glifosato ha sido propuesto como una alternativa complementaria en el manejo de esta especie. Aplicaciones en el entorno de la floración de la maleza, que podría coincidir con momentos cercanos a la maduración fisiológica del cultivo en el que se produce la infestación, permitirían apreciables efectos en la capacidad germinativa de las semillas de balango y así constituirían una medida para la reducción de los niveles poblacionales en los campos (Shuma et al, 1995). No existe sin embargo información sobre la efectividad de esta propuesta en condiciones de producción.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento de 3 graminicidas selectivos para el control de balango en trigo, el efecto de 2 dosis de nitrógeno en el crecimiento y desarrollo de la maleza y el cultivo y de la aplicación de glifosato precosecha del cultivo en las características germinativas de las semillas de la maleza tratada.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1. EFECTO DE LA INTERFERENCIA DE *Avena fatua* L. EN TRIGO

Cudney et al (1989) citado por Spandl et al (1997), determinaron que la interferencia de *Avena fatua* L. afecta negativamente tanto el rendimiento en grano de trigo como su calidad.

La magnitud de las pérdidas en rendimiento en grano y/o a nivel de la calidad dependen fundamentalmente de la densidad de la maleza y del momento de emergencia de ésta en relación al cultivo (Scursoni, 1994)

Carlson et al (1985), confirman que las mayores pérdidas de rendimiento en trigo están dadas cuando la densidad de *Avena fatua* L supera las 20 plantas.m<sup>-2</sup>. También en *Avena sterilis*, el umbral de daño económico se determinó para densidades de 20 plantas.m<sup>-2</sup>, la que se asoció con reducciones del 20% en el rendimiento de trigo (Fernández Quintanilla et al, 1984).

En contrapartida Chancellor y Peters (1974) citados por Spandl et al (1997) no encontraron disminución de rendimiento en cereales de primavera con densidades de *Avena fatua* L. por debajo de 150 plantas.m<sup>-2</sup>.

Comparando las diferentes habilidades competitivas de trigo y cebada, López y Vigna (1994), encontraron disminuciones en rendimiento del orden de 5 y 10% respectivamente a densidades de la maleza de 26 plantas.m<sup>-2</sup>; a densidades mayores (106 plantas.m<sup>-2</sup>), las pérdidas fueron superiores a 25%.

Wilson et al (1990) citado por Spandl et al (1997), determinaron que a bajas densidades de avena salvaje, el rendimiento en grano del cultivo disminuye en 1% por cada planta adicional de avena en un metro cuadrado.

Según Philpotts (1975), avena salvaje provoca disminuciones de rendimiento en trigo de hasta un 77%; existiendo una correlación negativa entre densidad de la maleza y rendimiento en grano del cultivo. El mismo autor observó una disminución de 25% en rendimiento de trigo con 6 plantas.m<sup>-2</sup> de *Avena fatua* L., mientras que el rendimiento disminuyó a la mitad con 27 plantas.m<sup>-2</sup>.

Sin embargo, otros autores indican que disminuciones de rendimiento de ese orden ocurren con mayores densidades de la maleza. Bowden y Friesen (1967) citados por Philpotts (1975), indican que dichas densidades son 80 y 226 plantas.m<sup>-2</sup> respectivamente. McNamara citado por Philpotts (1975), citó como

valores 37 y 124 plantas.m<sup>-2</sup>, dependiendo que se tenga en consideración el lugar de la investigación (Canadá y Australia respectivamente).

Bidegain y Perdomo (1998), obtuvieron pérdidas de rendimiento en cebada que no difirieron estadísticamente para densidades de balango de 33, 83, 166 y 250 plantas.m<sup>-2</sup>.

En relación al momento relativo de las emergencias Kropff (1988) y O'Donovan et al (1985), sostienen que el momento de emergencia de avena condiciona fuertemente los efectos de su interferencia en el rendimiento de trigo o cebada. Según estos autores cuanto más temprano ocurre la emergencia de la maleza mayores son las pérdidas de rendimiento, lo cual concuerda con los resultados de Wall (1993).

En experimentos realizados por Wilson y Cussans (1972), citado por Wilson y Cussans (1975), se determinaron menores velocidades de emergencia de la maleza en áreas no laboreadas y sostienen que considerando la importancia de la época de germinación de *Avena fatua* L. en relación a la del cultivo y al desarrollo de técnicas de siembra sin laboreo, resulta de particular importancia el estudio de estos aspectos.

## **2.2. ASPECTOS RELEVANTES DE *Avena fatua* L.**

### **2.2.1. Características morfológicas**

Según Marzocca (1992), se trata de una hierba anual, erecta, de 0.1 a 1 m de alto; sus hojas presentan láminas glabras de 5-8 mm de ancho; la panoja es multiflora, abierta, con espiguilla por lo común 3-flora, generalmente el tercer antecio rudimentario, el segundo glabro o hirsuto, articulado sobre la raquilla, por lo que se desprende fácilmente de ésta, que queda adherida al antecio inferior, al que está soldado; su lema es hirsuta, con ápice entero o apenas bidentado y con arista dorsal geniculada y apenas retorcida, de 3-3.5 mm de largo; las glumas de 2-2.5 cm de largo. Florece en primavera y se propaga por semilla.

La anthesis de las flores se prolonga por varios días mostrando maduración en sentido basípeto, donde las flores ubicadas más distantemente en la panoja abren antes que aquellas ubicadas más abajo. Este proceso se completa en un período de entre 8 y 11 días luego de emergida la panoja (Shuma et al, 1985; Raju, 1990; citado por Shuma y Raju, 1993).

Shuma et al (1995), indica que la panoja del macollo principal emerge 7 a 10 días después que la panoja del tallo principal.

Las semillas de *Avena fatua* L. poseen una cubierta higroscópica que se tuerce y da vueltas facilitando el entierro por sí misma en rajaduras o debajo de terrones de suelo. Los largos pelos que presentan sus lemas ayudan a quedar sujetas en el lugar. (Holm et al, 1977). Según este autor una característica importante de *Avena fatua* L. es la débil unión entre semilla y tallo, permitiendo que la abscisión ocurra fácilmente.

### **2.2.2. Algunos aspectos de la biología**

*Avena fatua* L. es una de las malezas anuales más importantes en cultivos de cereales de invierno en Argentina, a su vez se encuentra ampliamente expandida en cultivos de trigo y cebada, en el noreste de Europa, norte de América y Sudamérica. ( Scursoni, 1994)

Holm et al, (1977) concuerdan con lo dicho anteriormente y menciona que *Avena fatua* L. crece en un amplio rango de suelos, ya sean de textura liviana o pesada así como ácidos o alcalinos, tolerando incluso pH menores a 4.5. Sostiene además, que la maleza es más problemática en regiones en las que llueve entre 350 y 750 mm al año y cita que las bajas temperaturas no impiden su crecimiento ni la sobrevivencia a través de los inviernos ya que la semilla es muy persistente.

Esta última característica de la biología de la maleza ha demostrado fuerte incidencia en la determinación de los problemas asociados con esta especie de maleza. Por esta razón y constituyendo además uno de los factores de estudio en este trabajo se amplió la revisión de este aspecto en particular

Según Price (1998) citado por Bidegain y Perdomo (1998), las semillas de *Avena fatua* L. pueden persistir en el suelo como máximo 9 años, siendo lo más frecuente en condiciones de campo entre 4 y 5 años.

Según Somody, Nalewaja, y Miller (1985), el entierro ayuda a la sobrevivencia de las semillas de *Avena fatua* L. Lo mencionado anteriormente fue confirmado por Miller y Nalewaja (1990), quienes observaron que la longevidad de las semillas aumenta con la profundidad a la que se encuentren, y disminuye con altos niveles de nitrógeno, o siembras superficiales.

Thurston (1960) citado por Holm et al (1977), encontró que aproximadamente 95% de las semillas de *Avena fatua* L. presentan dormancia

al momento de la cosecha. En concordancia con lo mencionado anteriormente el mismo autor encontró que 10 por ciento de las semillas germinaban inmediatamente luego de la cosecha, llegando a 50 por ciento luego de seis meses de recolectadas.

Estudios de germinación realizados por Bidegain y Perdomo (1998), demostraron que a los 2, 6, 8 meses luego de recolectadas las semillas, el porcentaje de germinación fue 0, 40 y 50% respectivamente, existiendo considerables niveles de dormancia hasta 8 meses luego de la cosecha.

La dormancia varía con la posición de la semilla en la panoja y con su edad al momento de la cosecha, lo que hace difícil que todas las semillas germinen simultáneamente (Holm et al, 1977). Shuma et al (1995), demostraron que las semillas provenientes del tallo principal presentaban menor nivel de dormancia que aquellas provenientes de los macollos. Panojas de mayor tamaño tienden a tener una mayor proporción de semillas viables y un menor nivel de dormancia (Thurston, 1961 citado por Holm et al, 1977).

Aparentemente la compactación del suelo es un importante factor en inducir la dormancia de semillas enterradas en el suelo (Mullverstedt, 1963 citado por Holm et al, 1977).

La profundidad a la que se encuentra las semillas de *Avena fatua* L. es determinante del grado de germinación y emergencia de las plántulas. Siembras superficiales a 1 cm mantienen niveles de germinación y emergencia similares a los de un ambiente óptimo, obteniéndose plantas robustas, normales y de crecimiento normal (Nicholson y Keddy, 1983; Maun, 1981; y Naylor, 1985).

A su vez Shuma y Raju (1993), encontraron que plántulas emergiendo desde profundidades de 6 cm resultaban débiles, pálidas, con gran elongación del mesocótilo y con una menor velocidad de crecimiento.

*Avena fatua* L. pertenece al grupo de especies que requiere entre 6 y 8% de oxígeno en la atmósfera para iniciar la germinación, alcanzando un 75% de germinación con 12 a 16%. Un menor nivel de oxígeno indujo dormancia secundaria, provocando la ausencia de éste la muerte de las semillas. (Mullverstedt, 1963 citado por Holm et al, 1977). De estos trabajos el autor concluye que la germinación está directamente relacionada a la presión parcial de oxígeno, y que la cantidad requerida en el suelo para germinar aumenta con la temperatura.

Las semillas de *Avena fatua* L. tienen capacidad de germinar 10 días luego de ocurrida la antesis (McIntyre y Hsiao, 1983; 1985; citado por Shuma et al, 1995).

Cumming y Hay (1958) citado por Holm et al (1977), encontraron que la luz blanca, azul e infrarroja, inhibía la germinación de aquellas semillas a las cuales se les había inducido dormancia. Los autores sostienen que en condiciones naturales, la luz del día inhibiría la germinación de éstas semillas.

Philpotts (1975), no encontró infestaciones de avena salvaje en cultivos estivales y tampoco ocurrieron germinaciones antes de iniciado el mes de abril. El autor indica la ausencia de germinación aún ocurriendo precipitaciones abundantes a mediados de marzo, a través de lo cual éste infiere que la temperatura del suelo se encontraba por encima del umbral para iniciar la germinación. Quail y Carter (1968) citados por Philpotts (1975), indican que dicha temperatura se encuentra entre 25 y 30°C.

### **2.2.3. Dinámica poblacional**

El tamaño de población de *Avena silvestre* en ausencia de medidas de control está determinado por el banco de semillas presente en el suelo, el período de laboreo previo a la siembra relacionado al régimen estacional de precipitaciones, y a la ocurrencia de condiciones climáticas adversas durante el invierno (Fernandez-Quintanilla et al, 1986).

Según Scursioni (1994), en Argentina, *Avena fatua* L., se encuentra muy difundida en el sur- suroeste de Buenos Aires y sudeste de La Pampa, donde incide negativamente en la producción de trigo y cebada, afectando tanto el rendimiento como la calidad de producción.

La secuencia ininterrumpida de cultivos cerealeros de invierno, frecuente en la región sur-suroeste de Buenos Aires, crea condiciones favorables para la propagación y perpetuación de la maleza. Fernández Quintanilla et al (1984), determinaron un incremento aproximado de 300% en el banco de semillas de *Avena ludoviciana* luego de cuatro años consecutivos de siembra de trigo, sin control químico de la maleza.

Wilson y Cussans (1975), observaron que impedir la semillazón de *Avena fatua* L. provocó que al año siguiente hubiese un 88% menos de semillas viables en el suelo y 75% menos de plántulas emergidas.

El número de semillas producido por  $m^{-2}$  indica que, si sólo el 10% de éstas se convierten en nuevas plantas, la población pasará rápidamente a niveles que ocasionarían fuertes pérdidas de rendimiento (Chancellor y Peters, 1974).

Según Bidegain y Perdomo (1998), existieron flujos continuos de emergencia durante los 55 días post-siembra del cultivo de cebada. Dichos flujos coincidieron con precipitaciones y con la refertilización nitrogenada.

Resultados obtenidos en la zona de Puán para caracterizar la dinámica poblacional de *Avena fatua* L. en cultivos de cebada cervecera sembrada en diferentes densidades con y sin control químico (Scursoni, 1994), muestran que con una densidad de 92 pls. $m^{-2}$  de maleza, el 65% emergió en los primeros 35 días a partir de la emergencia del cultivo (ocurriendo dos flujos de emergencia en dicho período), en tanto el 35% restante emergió en los siguientes 30 días. Este patrón de emergencia no varió con las distintas densidades de siembra del cultivo (160, 180 y 220 pls. $m^{-2}$ ). Según el autor, la densidad de siembra del cultivo influye en el rendimiento y la productividad de los individuos de balango, obteniendo menor producción de semilla en la densidad de siembra más alta.

La cantidad de semillas caídas al suelo en pre-cosecha del cultivo fue 757 y 165 semillas. $m^{-2}$  para las parcelas sin y con tratamientos químicos postemergentes respectivamente, para el promedio de las densidades de siembra. Además existió una tendencia a disminuir la cantidad de semillas producidas en aquellos individuos que toleraron el tratamiento químico. No obstante es importante considerar este efecto en el mediano y largo plazo, dado que el impacto en el banco de semillas estará regulado por la magnitud del mismo y la tasa de germinación y emergencia de las semillas de balango.

Bidegain y Perdomo (1998), confirman el elevado potencial de producción de semilla de la especie, obteniendo para densidades de 33, 83, 166 y 250 plantas. $m^{-2}$  y con utilización de herbicida, una producción de 582, 1003, 980 y 860 semillas. $m^{-2}$ , confirmando la existencia de competencia intraespecífica.

### 2.3. MANEJO DE BALANGO

Existen varias medidas de manejo para disminuir el efecto de *Avena fatua* L. en cultivos de invierno. La bibliografía menciona variados resultados de manejos culturales, mecánicos, químicos y la combinación de los mismos. De estos se agregan a continuación algunos detalles.

### **2.3.1. CONTROL QUÍMICO**

Los herbicidas más utilizados al presente son los gramínicos selectivos de postemergencia y más recientemente inclusive se ha propuesto la utilización de herbicidas totales en la precosecha de cultivos, cuando estos han alcanzado la madurez fisiológica.

#### **Gramínicos selectivos postemergentes**

Se amplía en este ítem información relativa a los herbicidas utilizados en el experimento.

##### **Clodinafop-p+cloquintocet-m. (NC: Topik)**

Herbicida que controla malezas gramíneas en trigo ya que en su composición contiene moléculas que en forma selectiva lo protege de efecto fitotóxico.

Su modo de acción es sistémico y es absorbido por la maleza a través de las hojas lo que hace que deba ser aplicado en postemergencia.

Las malezas susceptibles dejan de crecer dentro de las 48 horas posteriores a la aplicación. Los síntomas más comunes son oscurecimiento y necrosis de nudos y puntos de crecimiento, las hojas se tornan amarillas y/o rojizas y luego se caen. Estos síntomas aparecen de una a tres semanas después de la aplicación, dependiendo de las condiciones ambientales y de las especies de malezas involucradas.

El momento de aplicación en el cultivo es a partir de tres hojas y hasta la diferenciación de la espiga de trigo. Al no tener acción residual es conveniente realizar la aplicación después de haber emergido la maleza

La mezcla con herbicidas hormonales no es recomendada debido a que la compatibilidad de éste con estos compuestos es muy variable (CIBA-GEIGY S.A., 1995).

##### **Fenoxaprop p-etil (NC: Puma)**

Herbicida de uso postemergente, selectivo para control de *Avena fatua* L. en trigo.

Es absorbido por hojas y su movimiento es tanto acrópeto como basípeto. La acción herbicida se logra en los centros de crecimiento donde afecta los tejidos meristemáticos en el eje de los tallos, en la base foliar, en las raíces y yemas subterráneas.

Los síntomas de daño se manifiestan luego de la aplicación, por reducción en crecimiento que se detiene completamente a los 2-3 días, necrosis de la base foliar y manchas rojizas, seguida por necrosis de hoja.

El momento de aplicación recomendado es cuando la planta de *Avena fatua* L. tiene 2 hojas hasta comienzo de macollaje.

La aplicación puede realizarse en mezcla con herbicidas para control de hoja ancha, teniendo precaución en la dosis y tipo de mezcla (Guía de Productos Fitosanitarios Argentina, 1997).

#### Diclofop-metil (NC: Iloxan)

Graminicida sistémico de acción foliar, uso postemergente, para el control de avena loca y otras gramíneas anuales. Entre los cultivos monocotiledóneos muestra buena tolerancia el trigo, el centeno y algunas gramíneas forrajeras. En variedades de cebada de 2 carreras se observaron reacciones específicas dependientes de la variedad (Hoeschst, 1978).

La absorción se da principalmente a través de las hojas, pudiendo producirse por las raíces si existe humedad suficiente en suelo y la dosis es muy alta. La acción herbicida se produce por daño a la membrana celular e impide el transporte de elementos asimilados hacia las raíces (Guía de Productos Fitosanitarios Argentina, 1997).

Los primeros síntomas aparecen luego de unos 5 a 10 días de la aplicación, en forma de decoloración sobre las hojas que se va extendiendo gradualmente y después de unos 15 días el crecimiento de hoja y raíz se detiene; finalmente las plantas mueren (Guía de Productos Fitosanitarios Argentina, 1997).

Condiciones de sequía, heladas, baja humedad ambiental y del suelo, disminuyen la velocidad de acción del producto y los controles logrados disminuyen (Guía de Productos Fitosanitarios Argentina, 1997).

El momento de aplicación recomendado es cuando la maleza tiene de 2 a 4 hojas (especialmente *Avena fatua* L.); (Guía de Productos Fitosanitarios Argentina, 1997).

No se recomienda la mezcla con herbicidas hormonales. En caso de tener que usar alguno de ellos, deberá aplicarse primero éste y como mínimo 5 días después el otro (Guía de Productos Fitosanitarios Argentina, 1997).

### **Aspectos referidos a la utilización de graminicidas selectivos postemergentes**

Según Barton et al (1992); Kirkland y O'Sullivan (1984), citados por Spandl et al (1997), este tipo de herbicidas tiene probada efectividad en controlar *Avena fatua* L. y en evitar pérdidas de rendimiento en cereales.

El uso de diclofop (840 g i.a.ha<sup>-1</sup>), fenoxaprop (90 g i.a.ha<sup>-1</sup>) e imazamethabenz (530 g i.a.ha<sup>-1</sup>), aplicados en otoño controló *Avena fatua* L. con una eficiencia de 96, 99 y 95% e incrementó el rendimiento de trigo en 26,29 y 24% respectivamente (Koscelny y Peeper, 1997).

Spandl et al (1997), encontraron que el rendimiento en grano de trigo y el beneficio económico generalmente son mayores en parcelas tratadas con herbicidas postemergentes para el control de *Avena fatua* L. Esto es reafirmado por Bello y Frontini (1999), ya que constataron diferencias significativas en rendimiento de trigo entre los tratamientos que incluyeron herbicidas postemergentes y los tratamientos testigo.

Koscelny y Peeper (1997), no observaron respuesta en rendimiento cuando las aplicaciones fueron realizadas en primavera cuando la competencia de la maleza ya había incidido sobre el potencial de rendimiento del cultivo. A su vez dos de los herbicidas utilizados (Fenoxaprop e Imazabenzabenz) tuvieron efectos fitotóxicos en el trigo ocasionando depresión en el rendimiento.

Estudios realizados por Mc Mullan (1994), indican que el daño ocasionado al cultivo por un herbicida es el resultado de las condiciones al momento de la aplicación y durante las dos semanas post-aplicación. Condiciones que promuevan alta tasa de crecimiento en la aplicación como pueden ser altas temperaturas, serán determinantes de daño, aunque inversamente buenas condiciones luego de la aplicación permitirán una rápida metabolización del herbicida y mejor recuperación del daño. Por lo

tanto las condiciones que predispondrían la mayor fitotoxicidad serían aquellas que determinen altas tasas de crecimiento al día de la aplicación y disminución del crecimiento con posterioridad a la misma.

En un experimento donde se evaluó el efecto de diferentes dosis de herbicidas, Spandl et al (1997), encontraron que dosis reducidas de herbicidas derivaron en un menor porcentaje de control así como también una menor reducción de biomasa de la maleza, aunque estos menores controles no redundaron en menores rendimientos de trigo.

Por otra parte Wille y Thill, 1997 citado por Spandl et al, 1997; precisaron que la producción de semilla de *Avena fatua* L. se veía incrementada a medida que la dosis de herbicida utilizada disminuía. El uso de dosis reducidas de herbicidas se puede justificar en un año particular de producción, pero se deben tener en cuenta los efectos a largo plazo sobre el banco de semilla del suelo.

Si bien existen ventajas en la utilización de dosis reducidas de herbicidas postemergentes, esta práctica debe ser complementada con otras que contemplen los efectos de la mayor producción de semilla en un año en el largo plazo, como por ejemplo podría ser el uso de herbicidas en precosecha.

La población de *Avena fatua* L. puede verse sustancialmente reducida a través de una estrategia que implique el uso continuo de herbicida en un período de 4 a 6 años (Fernandez-Quintanilla et al, 1987).

Un progresivo agotamiento del banco de semillas de *Avena sterilis* fue observado por Fernandez-Quintanilla et al (1987), en parcelas tratadas con herbicidas anualmente en un periodo de 4 años. Al final del periodo, la población de semillas en el suelo fue entre 61 y 81% inferior a lo reportado al inicio del experimento y 92 a 95% inferior a las parcelas testigo.

En sus trabajos, Fernandez-Quintanilla et al (1987) encontraron que si bien el total de semillas de *Avena sterilis* producidas en las parcelas tratadas con herbicidas fue entre 59 y 95% inferior, una gran cantidad de semillas retornaba anualmente al suelo (298–2848 semillas.m<sup>-2</sup>). Por esta causa sería adecuado instrumentar otras prácticas de manejo que complementen a éstas en cuanto a disminuir más y más rápidamente el banco de semilla.

El uso de diferentes herbicidas puede provocar efectos diferentes en la demografía de avena silvestre. Wilson et al, 1974 citado por Fernandez-Quintanilla et al, 1987; observaron que a pesar de demostrar similar efectividad en reducir la cantidad total de semilla producida por *Avena fatua* L., el modo de acción de los herbicidas puede ser muy diferente (ej: Trialato y Barbán).

Mientras que el primero fue más efectivo en reducir el número de panojas el segundo hizo que el número de semillas por panoja fuera menor.

Pese al similar impacto en rendimiento en grano demostrado por los herbicidas Topik (Clodinafop-p + cloquintocet-m) y Puma (Fenoxaprop-p-etil), se observó menor enmalezamiento residual en este último, confiriéndole ventajas en cuanto al manejo poblacional de la maleza en el sistema (Bello y Frontini, 1999).

Bidegain y Perdomo (1998), no encontraron efecto del momento de aplicación de herbicidas postemergentes sobre el potencial de reinfestación de la maleza. Dicho potencial resultó similar en todas las épocas de aplicación

Varios investigadores han observado que a medida que las malezas incrementan su tamaño, se vuelven menos susceptibles al herbicida (Barrentine, 1989; Edmund y York, 1987; Klingaman et al, 1991, citados por Stougaard et al, 1997)

La eficiencia de control del graminicida sobre la maleza fue altamente dependiente del momento de aplicación siendo tanto más efectivo el herbicida cuanto más temprano fue aplicado (Bidegain y Perdomo, 1998).

Miller y Alley (1987), citados por Stougaard et al (1997), notaron que son requeridos aumentos de dosis de herbicida para obtener buenos controles cuando la aplicación se realiza en estadios tardíos.

Contrariamente Koscelny y Peeper (1997), realizando aplicaciones de otoño en malezas en estado de desarrollo avanzado, obtuvieron elevadas eficiencias de control (95 a 99%). Esto no fue observado en aplicaciones realizadas en primavera donde las eficiencias de control fueron menores y más variables.

Debido a que los herbicidas para control de *Avena fatua* L. son indicados para controlar la maleza en un estado específico de crecimiento, resulta difícil aplicar el herbicida en el momento correcto, como consecuencia del prolongado período de emergencia. A su vez aplicaciones fuera de tiempo no solo resultan en insuficiente control en la maleza sino también en daño al cultivo (Cairns, 1967 citado por Agenbag y De Villiers, 1989).

Stougaard et al (1997), realizaron un ensayo para el control de *Avena fatua* L. en cebada en dos localidades durante dos años, evaluando tres momentos de control (1, 2 y 3 hojas del cultivo). En el mismo obtuvieron el mayor rendimiento en grano cuando el herbicida se aplicó en dos hojas de la

cebada, pero también obtuvieron variaciones según el año y la localidad. Por lo tanto no solo tienen efecto los patrones de emergencia y/o estado de desarrollo de la maleza, sino también condiciones ambientales.

*Avena fatua* L. presenta mayor susceptibilidad en estados tempranos de desarrollo, siendo una de las explicaciones del mayor rendimiento cuando el herbicida fue aplicado en estos estados (Bidegain y Perdomo, 1998).

Según Lutman y Sagar (1975), plantas de *Avena sativa* L. crecidas en suelo con elevado contenido de nitrógeno retuvieron mayor cantidad de herbicida (Paraquat) que aquellas crecidas en suelo con menos nitrógeno. La mayor retención fue debida se debió a mayor área foliar y al ángulo más horizontal que presentaban las hojas.

El ángulo de contacto de las gotas sobre la superficie de las hojas fue menor en plantas que crecieron con alto contenido de nitrógeno en suelo. Por lo tanto dichas gotas tienen menor probabilidad de ser reflejadas y se desparrraman mejor sobre la superficie de la hoja.

### **Herbicidas totales de utilización precosecha**

Se describe previamente el herbicida ensayado en este estudio.

### **N-(phosphomethyl) glycine (Glifosato)**

Herbicida postemergente de amplio espectro, no selectivo para control de malezas tanto anuales como perennes dentro de las cuales se incluye *Avena fatua* L. (Spurrier, 1973 citado por Shuma y Raju, 1993).

Tiene propiedades desecantes además de provocar maduración temprana y uniforme del cultivo (Shuma et al, 1995).

Dicho herbicida está registrado para ser usado en pre-cosecha en Europa, Australia y Canadá (Doliner y Stewart, 1992 citados por Shuma et al, 1995).

Según Baur et al (1977); Doliner (1991) citados por Shuma et al (1995), dicho herbicida puede acumularse en semillas maduras del cultivo a cosechar. A su vez se han encontrado casos donde el vigor o la viabilidad de la semilla se han visto reducidos (Young et al, 1984; Don et al, 1990 y Doliner y Stewart, 1992 citados por Shuma et al, 1995).

Estudios realizados en cebada cervecera a nivel nacional, no mostraron efecto de la aplicación de glifosato en el vigor, % de germinación y parámetros de calidad de la malta (Sylveira y Vezoli, 1999).

### **Efectos de la utilización de glifosato en *Avena fatua* L.**

Holroyd y Strickland (1978), citados por Shuma y Raju (1993), pulverizaron panojas de *Avena fatua* L. encontrando efectividad en el control de la maleza ya que se incrementó la mortalidad de la semilla.

El herbicida glifosato inhibe la división y elongación celular en el embrión de manera similar a otros herbicidas en embriones en desarrollo (Mericle et al, 1955; Narayanaswamy, 1959; citados por Shuma y Raju, 1993).

Los cariopses y embriones en panojas no tratadas con glifosato mostraron un progresivo incremento en crecimiento alcanzando el máximo 20 días post-antesis. Contrariamente en panojas tratadas con glifosato el crecimiento de cariopses y embriones fue diferente y dependió del momento de aplicación del herbicida. Cuando el glifosato fue aplicado previo, durante o pocos días luego de antesis, el crecimiento de los cariopses y embriones nunca alcanzó el máximo; por el contrario cuando se aplicó a los 7 o más días post-antesis prácticamente no hubo efecto sobre el crecimiento de estas estructuras (Shuma y Raju 1993).

Según Shuma y Raju (1993), citado por Shuma et al (1995), en plantas tratadas con glifosato la fertilización ocurre durante o un poco antes de que ocurra la antesis pero la desecación previene un adecuado suministro de nutrientes a las semillas en desarrollo.

Independientemente de si el glifosato fue aplicado antes, durante o pocos días post-antesis, el proceso de doble fertilización ocurrió normalmente en el saco embrionario culminando en el desarrollo de escaso endosperma y proembrión con pocas células. Tanto el endosperma como el embrión resultaron anormales (Shuma y Raju, 1993).

Los mismos autores indican que embriones provenientes de cariopses tratados a los 9 y 11 días post-antesis presentaron organización tanto interna como externa normal. Dichos cariopses germinaron normalmente.

Según Shuma et al (1995), la aplicación de glifosato (0.88 Kg i.a. há<sup>-1</sup>) durante o previo a antesis de las flores terminales en el tallo principal impidió la

formación de semilla debido a la desecación o muerte del tallo. Aproximadamente la mitad de la panoja emergió por encima de la hoja bandera y a pesar de que pálea, lema y glumas estaban presentes, los cariopses raramente se desarrollaron. A pesar de que algunos macollos escaparon a la acción del glifosato ya sea por su posición o estado de desarrollo, no existió formación de semilla.

La aplicación realizada 7 días post anthesis en el tallo principal hizo que las semillas que maduraran fueran encogidas y con germinación menor a las panojas no tratadas y que las semillas en las porciones inferiores de la panoja abortaran. Unos pocos macollos sobrevivieron la aplicación produciendo semillas más livianas que el testigo pero con mayor porcentaje de germinación. Cuando la aplicación fue realizada 14 días post anthesis, las semillas producidas tanto en el tallo principal como en los macollos tuvieron menor peso que el testigo sin tratar. Las semillas provenientes del tallo principal germinaron sin presentar síntomas de dormancia, mientras que las provenientes de los macollos demoraron en germinar y tuvieron menor porcentaje de semillas viables.

Aplicaciones de diferentes dosis de glifosato (0.00, 0.44, 0.88 y 1.76 kg i.a. há<sup>-1</sup>) en diferentes momentos (5, 10 y 15 días post anthesis de la flor terminal en el tallo principal) provocaron una reducción en la producción de semilla aún a los 15 días post anthesis. El incremento en la dosis de glifosato hizo que el número de semillas secundarias producidas se redujera. (Shuma et al, 1995).

Según los mismos autores el efecto del herbicida fue más marcado en el vigor de la semilla y en su germinación que en el número de semillas. El glifosato aplicado 5 días post anthesis hizo que no se produjeran semillas secundarias mientras que las primarias que se formaron no fueron viables.

La aplicación realizada 10 días post anthesis permitió que se formaran algunas semillas primarias y secundarias, las cuales germinaron con lentitud y a pesar de realizarles diversos tratamientos menos de la mitad germinó.

Cuando la aplicación se hizo 15 días post anthesis, la mayor dosis provocó una reducción significativa en el porcentaje de germinación mientras que las dosis menores redujeron el nivel de dormancia tanto en semillas primarias como secundarias redundando en mayor porcentaje de germinación al inicio del experimento a pesar de tener el mismo porcentaje de semillas viables.

Shuma et al (1995), indican que si las semillas están suficientemente desarrolladas resisten la desecación provocada por el glifosato. Por el contrario el menor vigor y la pérdida de dormancia encontrada en semillas tratadas a los

10 y 15 días post antesis brinda la posibilidad de controlar esta maleza a través de métodos culturales integrados con control químico tanto en barbecho como en cultivo.

El efecto del glifosato se traduce en limitado crecimiento del embrión y ausencia de división celular y nuclear en el embrión y el endosperma (Shuma y Raju, 1993).

Según Shuma y Raju (1993), existe buena correlación entre el crecimiento que alcanzó el embrión y la diferenciación normal de los tejidos con el momento en que las semillas en desarrollo fueron expuestas al glifosato, encontrando que semillas de 6 días de edad o menos eran menos resistentes a los efectos del herbicida.

### **2.3.2. OTROS CONTROLES: manejo de barbechos, quema y laboreo de rastrojos, rotación de cultivos, fertilización nitrogenada, etc..**

La permanencia de parcelas en barbecho durante un período invernal resultó en 96.6% de reducción en la población de *Avena fatua* L. en el siguiente cultivo de trigo (de 93.3 a 3.2 plantas.m<sup>-2</sup>), dos barbechos invernales consecutivos redujeron la población a menos de 0.2 plantas. m<sup>-2</sup>. No existiendo beneficio en la realización de un año mas de barbecho (Philpotts, 1975).

El empleo de barbecho invernal presenta como ventaja adicional el control de otras malezas resistentes a herbicidas selectivos para el control de *Avena fatua* L. (Philpotts, 1974).

Según Fernandez-Quintanilla et al (1984), la rotación de cereales de invierno con cereales de primavera o con girasol y la alternancia con períodos de barbecho resultó en importantes reducciones en la sobrevivencia de plántulas y fecundidad de adultos, consecuentemente esto trajo aparejado una reducción drástica en la tasa anual de cambio de la población.

Wilson y Cussans (1975), demostraron que la quema de rastrojo redujo el número de semillas viables presentes en el suelo en 50% o más.

Wilson (1972), citado por Wilson y Cussans, (1975), encontró que la sobrevivencia de semillas de *Avena fatua* L. era menor cuando los rastrojos permanecían sin laborear en el otoño.

El número de semillas viables presentes en rastrojos no laboreados disminuyó a medida que avanzaba el otoño, reduciéndose en 40% en áreas quemadas y 33% en áreas no quemadas (Wilson y Cussans, 1975).

La quema de rastrojo resultó en una pérdida de dormancia de semillas de *Avena fatua* L. resultando en una mayor emergencia de plántulas en el otoño (Wilson y Cussans, 1975).

Donde el rastrojo fue laboreado, la quema incrementó el número de plántulas en 250%, mientras que donde no se laboreó el aumento fue de 330% (Wilson y Cussans, 1975).

Wilson y Cussans (1975), encontraron que donde el rastrojo no fue quemado el laboreo incrementó la emergencia de plántulas.

Según Wilson y Cussans, (1975), los efectos de la quema persistieron luego de cinco meses de realizada ésta. Los autores observaron menor número de semillas viables.m<sup>-2</sup> y menor proporción de plántulas emergiendo debido a que éstas emergieron anticipadamente al verse disminuída la dormancia.

Otro factor que ha demostrado tener impacto es la utilización de nitrógeno.

Viel citado por Holm (1977), encontró que la dormancia puede ser interrumpida aplicando fertilizantes nitrogenados en primavera temprana que provocan nuevos flujos de emergencia en el cultivo.

Cairns y De Villiers (1986), citados por Agenbag y De Villiers (1989), demostraron que el tratamiento de semillas de *Avena fatua* L. con amonio estimuló la germinación de semillas durmientes pero la respuesta fue diferente según el ecotipo de la maleza que se tratara. Dicha diferencia se debe probablemente al nivel de dormancia de las semillas al momento del tratamiento, siendo la respuesta menor en semillas no durmientes.

La germinación y emergencia de plántulas de semillas semi durmientes de *Avena fatua* L. fue significativamente incrementada en diferentes tipos de suelo (arenoso y limoso) con el agregado de fertilizantes nitrogenados amoniacales. Mientras que la germinación en las macetas testigo no superó 30%, dicho parámetro varió entre 43.3 y 76.7% en las macetas fertilizadas según la dosis de nitrógeno aplicada y el tipo de suelo.

Agenbag y De Villiers (1989), observaron que en las semillas que no habían germinado, el tratamiento con nitrógeno no afectó la viabilidad de la semilla pero sí incrementó su dormancia.

Los autores indican que debido a que la mayoría de las plántulas emergió en un período de 30 días luego de aplicado el fertilizante, esta técnica brinda la posibilidad de controlar la maleza fundamentalmente en sistemas de mínimo o cero laboreo mediante el uso de herbicidas no selectivos previo a la siembra del cultivo.

Jornsgard et al (1996), trabajando en condiciones de campo y con malezas de hoja ancha no encontraron efecto de aplicar fertilizante nitrogenado en la germinación de las semillas.

Afirmando lo mencionado anteriormente, Espeby (1989), citado por Jornsgard et al (1996), observó que el agregado de nitrógeno bajo condiciones controladas favoreció la germinación de 8 malezas diferentes pero en condiciones de campo el agregado de hasta 448 kg de nitrato no tuvo efecto en favorecer la germinación, concluyendo que en condiciones de campo otros factores diferentes al nitrógeno limitan la germinación.

Las mayores densidades de maleza fueron observadas donde se aplicaron los menores niveles de nitrógeno, teniendo en este caso el nitrógeno un efecto indirecto ya que al existir menor biomasa de cultivo permite a las malezas interceptar más radiación y por lo tanto disminuir su tasa de muerte e incrementar su densidad en relación a donde se aplicaron altos niveles de nitrógeno (Jornsgard et al, 1996).

Según Debaeke (1988); Hammerton y Jalloq (1970); Wilson et al (1988) citados por Jornsgard et al (1996), la producción de semilla de las malezas está positivamente correlacionada con el tamaño de planta, por lo tanto el nivel de nitrógeno no sólo afectará la densidad de malezas sino también la producción de semilla, el banco de semillas del suelo y las futuras poblaciones de malezas. Lo mencionado anteriormente sugiere que el uso del nitrógeno puede ser explotado como medida de manejo como estrategia para reducir las poblaciones de malezas.

Carlson y Hill (1986), citados por O'Donovan et al (1997), encontraron además que aplicaciones de nitrógeno, favoreciendo el crecimiento de *Avena fatua* L. en trigo, incrementaron los niveles de interferencia de la maleza en el cultivo .

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

##### **3.1.1. Ubicación de los experimentos**

El ensayo fue instalado durante el invierno de 1999 en los establecimientos "El Mangrullo" (Experimento 1) y "Los Ceibos" (Experimento 2) en el departamento de Soriano, ubicados en el paraje Cololó el primero y Coquimbo el segundo.

La unidad de suelos donde se ubicaron los experimentos corresponde a la Unidad Bequeló, siendo el tipo de suelo predominante Brunosol Eútrico Típico.

##### **3.1.2. Instalación de los experimentos**

La especie sembrada en los 2 experimentos fue trigo, variedad *E. Cardinal*, sembrado el 1 de junio en el caso del experimento 1 y el 20 de junio en el experimento 2.

El cultivo antecesor en ambos experimentos fue soja y en los dos casos se aplicaron 3 lt. há<sup>-1</sup> de Roundup (1.08 kg.há<sup>-1</sup> de Glifosato) luego de la cosecha y 2 lt.há<sup>-1</sup> del mismo herbicida (0.72 kg.há<sup>-1</sup> de Glifosato) inmediatamente luego de la siembra de trigo. La densidad de siembra fue 110 kg.há<sup>-1</sup> y la fertilización base, 80 kg.há<sup>-1</sup> de 36-14-0 aplicado al surco.

El experimento 1 recibió una refertilización con 70 kg.há<sup>-1</sup> de urea el 3 de setiembre. En la misma fecha se realizó análisis de suelo en el experimento 2, refertilizándose el 9 de setiembre con dos niveles de urea según correspondiera a los tratamientos de fertilización nitrogenada previstos.

En ambos experimentos se realizó control de malezas de hoja ancha en macollaje del cultivo así como control sanitario para prevención de fusariosis de espiga.

La información climatológica de precipitaciones, ocurrida durante el ciclo del cultivo se obtuvo de la Dirección Nacional de Meteorología (Ver Cuadro N° 1 en el Anexo N° 1).

### 3.2. TRATAMIENTOS Y METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN

El experimento 1 consistió en 4 tratamientos, mientras que en el experimento 2 los tratamientos fueron 8 según se detalla a continuación (Cuadros N° 1 y N° 2 respectivamente).

**Cuadro N° 1** Tratamientos realizados en el experimento 1.

Número	Tratamiento	Momento	Fecha	Dosis
1	Iloxan	Macollaje	31/07/99 60 dps (*)	2 lt. PC.há <sup>-1</sup>
2	Puma	Macollaje	31/07/99 60 dps	1 lt. PC.há <sup>-1</sup>
3	Topik	Macollaje	31/07/99 60 dps	0.25 lt. PC.há <sup>-1</sup>
4	Testigo sucio			

(\*) dps= días pos-siembra

**Cuadro N° 2** Tratamientos realizados en el Experimento 2.

Número	Tratamiento	Momento	Fecha	Dosis	Momento	Fecha	Dosis
1	Iloxan N1	Macollaje	9/08/99 50 dps	2lt PC.há <sup>-1</sup>	Macollaje	9/08/99 50 dps	50kg. Urea.há <sup>-1</sup>
2	Iloxan N2	Macollaje	9/08/99 50 dps	2lt. PC.há <sup>-1</sup>	Macollaje	9/08/99 50 dps	95kg. Urea.há <sup>-1</sup>
3	Puma N1	Macollaje	9/08/99 50 dps	1lt. PC.há <sup>-1</sup>	Macollaje	9/08/99 50 dps	50kg. Urea.há <sup>-1</sup>
4	Puma N2	Macollaje	9/08/99 50 dps	1lt. PC.há <sup>-1</sup>	Macollaje	9/08/99 50 dps	95kg. Urea.há <sup>-1</sup>
5	Topik N1	Macollaje	9/08/99 50 dps	0.25lt. PC.há <sup>-1</sup>	Macollaje	9/08/99 50 dps	50kg. Urea.há <sup>-1</sup>
6	Topik N2	Macolaje	9/08/99 50dps	0.25 lt. PC.há <sup>-1</sup>	Macollaje	9/08/99 50 dps	95kg. Urea.há <sup>-1</sup>
7	Testigo sucio N1				Macollaje	9/08/99 50 dps	50kg. Urea.há <sup>-1</sup>
8	Testigo sucio N2				Macollaje	9/08/99 50 dps	95kg. Urea.há <sup>-1</sup>

La ubicación de los tratamientos en el campo resultó tal como se describe en los Cuadros N° 3 y N° 4 a continuación.

**Cuadro N° 3** Ubicación de los tratamientos en el experimento 1.

1	4	3	2
4	2	3	1
2	3	1	4

**Cuadro N° 4** Ubicación de los tratamientos en el experimento 2.

C/glif.	1	4	3	6	2	5	8	7
S/glif.								
C/glif.	4	2	3	1	5	8	6	7
S/glif.								
S/glif.	2	3	1	4	7	6	8	5
C/glif.								

El glifosato fue aplicado a la dosis de 4 lt.há<sup>-1</sup> de producto comercial (Roundup) cuando el cultivo alcanzó el estado de madurez fisiológica el 13/11/99.

### 3.3. DETERMINACIONES

Las mismas se realizaron en cultivo y en maleza, a nivel de campo y de laboratorio.

#### 3.3.1. En el cultivo

implantación a los 30 días post-siembra (30/06/99), el dato fue obtenido a partir del conteo de 10 metros lineales elegidos al azar. Esta determinación sólo fue realizada en el Experimento 2.

materia seca se realizaron 2 cortes, a los 50 y 74 días post-siembra. En ambos casos se hicieron 2 cortes de 0.5 m cada uno por parcela. Finalmente el material fue llevado a estufa a 90° C para determinar peso seco. También esta determinación sólo fue realizada en el Experimento 2.

rendimiento en grano de trigo En el experimento 2 se cosecharon 2.4 m<sup>2</sup> por parcela el día de la cosecha (01/12/99, a los 164 dps). Para la estimación del

rendimiento se determinó además el % de humedad a los efectos de corregir el peso en base al 13% de humedad.

En el experimento 1 la cosecha de grano no fue realizada debido al daño ocasionado por las heladas. En sustitución a esta determinación se realizó un corte de materia seca total (el 28/10/99, a los 150 dps). El mismo fue efectuado en un área correspondiente a 1.62 m<sup>2</sup> por parcela.

### 3.3.2. En la maleza

densidad se realizaron conteos en un total de 6 cuadros de 0.3 m x 0.3 m por parcela. En el Experimento 1 se realizó un solo conteo a los 60 dps (31/07/99), mientras que en el Experimento 2 el primer conteo se realizó a los 44 dps (03/08/99), tirando 3 cuadros de 0.3 m x 0.3 m en cada parcela. El siguiente conteo fue realizado en parcelas fijas marcadas previamente, 2 por parcela en área de 0.19 m<sup>2</sup>, correspondiente al área de 2 entrehileras de 1/2 m de largo, a los 47 dps (06/08/99).

materia seca fue determinado en dos oportunidades en el Experimento 2, a los 50 dps (09/08/99) y a los 74 dps (02/09/99). A tales efectos se realizaron 2 cortes de 0.5 m por el ancho de la entrehilera cada uno por parcela. Las muestras fueron llevadas luego a estufa a 90° C hasta obtener peso constante. A la cosecha también se determinó peso seco de malezas en ambos experimentos aunque sólo en las parcelas correspondientes al tratamiento testigo (a los 150 dps en el Experimento 1 y a los 164 dps en el Experimento 2). En el Experimento 1 se cortó un área de 1.62 m<sup>2</sup> en cada parcela mientras que en el Experimento 2 se trabajó en un área correspondiente a 2.4 m<sup>2</sup> por parcela.

control en ambos experimentos se realizaron 2 lecturas de control post-aplicación de los herbicidas (a los 67 dps y a los 74 dps en el Experimento 2 y a los 87 dps y 94 dps en el Experimento 1). A tales efectos se utilizó una escala de daño visual de 1 a 10, donde 1 es planta sin daño y 10 es planta totalmente dañada. Las observaciones se realizaron en 3 cuadros de 0.3 m x 0.3 m al azar.

grado de maduración de semillas de balango previo y post –tratamiento de glifosato (a los 146 dps y a los 164 dps respectivamente) se cortaron 50 panojas de balango por parcela en los tratamientos testigo. En cada panoja se contó el número de espiguillas y las mismas fueron clasificadas según su grado de madurez, determinado éste a través de la coloración de las mismas. Esta determinación sólo fue realizada en el Experimento 2 por las razones climáticas ya mencionadas.

ensayos de germinación las semillas clasificadas previamente según grado de maduración (verde, verde-marrón y marrones) y diferenciadas según recibieran o no tratamiento con glifosato, fueron llevadas a cámara de germinación en el mes de junio, a los 198 días post-colecta. Este nuevo ensayo consistió en un factorial de 3 grados de maduración por 2 niveles de glifosato (con glifosato y sin glifosato) y se utilizaron 5 repeticiones. Cada repetición se constituyó en una bandeja conteniendo 30 semillas.

### **3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental de los ensayos a campo fue de bloques completos al azar con 3 repeticiones, y el arreglo de los tratamientos fue en bloques divididos donde cada una de las divisiones del bloque correspondió a 4 y 8 tratamientos en los Experimentos 1 y 2 respectivamente. A su vez cada bloque fue dividido en franjas al azar para evaluar el efecto de la aplicación del herbicida Glifosato.

### **3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El análisis estadístico de los datos fue realizado en la Unidad de Estadística y Cómputos de la Facultad de Agronomía.

El efecto de los tratamientos en general fue analizado utilizando análisis de varianza mediante el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS.

Cuando el efecto de los herbicidas, del nitrógeno o del glifosato fueron significativos la separación de medias fue realizada a través de la prueba Tukey, a su vez se efectuaron contrastes entre grupos específicos de tratamientos.

Para la evaluación del nivel de control se lo clasificó a éste en niveles por encima y por debajo de un umbral y el análisis se hizo a través del test exacto de Fisher ( procedimiento Freq del SAS ).

Se evaluó relación entre número de plantas de balango y rendimiento de trigo a través del análisis de regresión.

El porcentaje de germinación fue evaluado a través de análisis de varianza utilizando el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

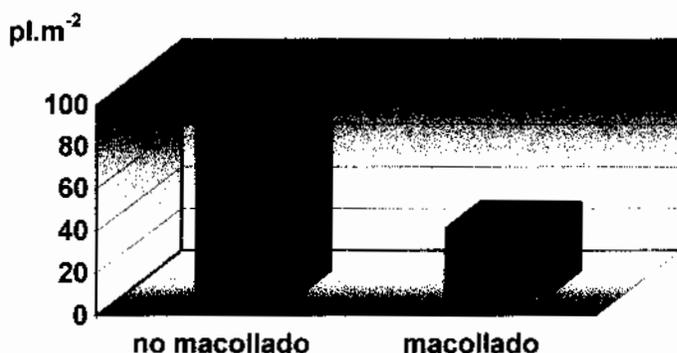
### Introducción

A continuación se presentan y discuten los resultados obtenidos en forma separada para los 2 experimentos. Como fuera mencionado en Materiales y Métodos el Experimento 1 fue seriamente dañado por heladas y por esta razón la información obtenida en el mismo resultó muy escasa, fundamentalmente a nivel de cultivo.

### EXPERIMENTO 1

El primer conteo de malezas realizado a los 60 dps permitió estimar el nivel de enmalezamiento en el experimento. El total de plantas resultó de  $147 \text{ pls.m}^{-2}$  lo cual puede ser considerado como un enmalezamiento elevado. El 88% correspondió a plantas de balango ( $129 \text{ pls.m}^{-2}$ ) y 12% a raigrás ( $18 \text{ pls.m}^{-2}$ ).

En este conteo se determinó además la composición por estados de desarrollo de las malezas comprobándose que la mayor parte de la población (75%) de balango se encontraba en los primeros estadios de crecimiento y sólo un 25 % había alcanzado el estado del macollaje (*Figura N°1*).



**Figura N°1.** Composición por estado de desarrollo de la población de balango a los 50 dps.

Al momento de esta determinación el desarrollo promedio del cultivo estimado según la escala Zadocks resultó ser de Z2.1

La próxima determinación efectuada en malezas fue la lectura de control realizada a los 87dps, 27 días post-aplicación de los tratamientos herbicidas. En la misma se comprobaron importantes niveles de daño en todos los tratamientos, superando el valor de 7 todas las estimaciones realizadas.

El análisis estadístico para esta determinación no detectó diferencias entre tratamientos ( $P>0.10$ ) resultando los 3 herbicidas ensayados de similar comportamiento (*Cuadro N°5*).

**Cuadro N°5.** Lectura de control (escala visual) a los 26 dpa

TRATAMIENTO	BALANGO NO MACOLLADO	BALANGO MACOLLADO
T1. Iloxan	10 a	9.2 a
T2. Puma	10 a	9.7 a
T3. Topik	8.5 a	8.9 a

Letras iguales no difieren estadísticamente ( $P>0.10$ )

Pese al resultado estadístico podría comentarse por un lado el menor daño comparativo de Topik y también, como era esperable, los más altos valores promedios de daño estimados en las plantas de balango más jóvenes.

Ocho días después de esta lectura, a los 34 dpa, se repitió la estimación. Los resultados pueden observarse en el *Cuadro N° 6* a continuación.

**Cuadro N°6.** Lectura de control (escala visual) a los 32 dpa

TRATAMIENTO	BALANGO NO MACOLLADO	BALANGO MACOLLADO
T1. Iloxan	7.3 a	8.5 a
T2. Puma	9.9 a	9.9 a
T3. Topik	7.5 a	8.3 a

Letras iguales no difieren estadísticamente ( $P > 0.10$ )

Tampoco en el caso de esta segunda lectura pudieron detectarse diferencias significativas entre tratamientos herbicidas al efectuar el análisis de varianza. Pese a esto resulta destacable el buen comportamiento del tratamiento 2 (Puma). Al analizar los tratamientos a través del test exacto de Fisher (procedimiento Freq del SAS), este tratamiento (Puma) presentó valores de control mayores a 9 en la totalidad de las observaciones realizadas (Cuadro N° 7)

**Cuadro N°7.** Comportamiento comparativo de los herbicidas ensayados ( 34 dpa)

	BALANGO NO MACOLLADO		BALANGO MACOLLADO	
	DAÑO $\leq 9$	DAÑO $> 9$	DAÑO $\leq 9$	DAÑO $> 9$
T1 Iloxan	66.67	33.33	66.67	33.33
T2 Puma	0	100	0	100
T3 Topik	66.67	33.33	100	0
T4 Testigo	100	0	100	0
Probabilidad	P= 0.03		P= 0.009	

Asimismo, cabe señalar el comportamiento del tratamiento 3, Topik, el cual disminuye su eficiencia comparativa en el caso de balango macollado, y donde el 100% de las observaciones tienen valores menores a 9. Este resultado es coincidente con lo hallado por Bello y Frontini (1999), en cuyo trabajo comprueban mejores eficiencias para Puma que para Topik y en el caso de este último, fuerte dependencia en su eficiencia con el estado de desarrollo de la maleza.

Como ya se comentara, las heladas sobre el final del ciclo no permitieron que el cultivo llegara a las etapas finales. Como alternativa para el análisis de los efectos de los tratamientos en el rendimiento del cultivo se estudió el resultado de los cortes de materia seca de trigo y balango del 28 de octubre.

El análisis estadístico para estas dos estimaciones señaló marcados efectos de los herbicidas en la producción de materia seca de la maleza ( $P=0.01$ ) y ningún efecto a nivel de cultivo ( $P>0.10$ ).

En el caso de la maleza, los tratamientos con herbicida se encontraban totalmente limpios en esta fecha (*Cuadro N° 8*) mientras que en el testigo sin tratamiento la producción de balango alcanzó los 3902 kg.MS.há<sup>-1</sup>.

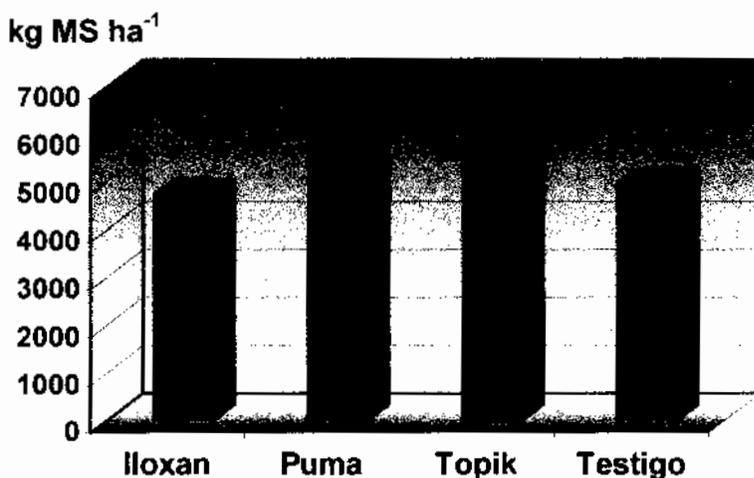
**Cuadro N°8.** Enmalezamiento (kg.MS.há<sup>-1</sup>) en los diferentes tratamientos a los 150 dps.

TRATAMIENTO	Kg.MS.há-1
T1 Iloxan	0.0 b
T2 Puma	0.0 b
T3 Topik	0.0 b
T4 Testigo	3902 a

Letras iguales no difieren estadísticamente ( $P>0.10$ )

Estos resultados señalan una excelente eficiencia de los herbicidas en el manejo de la maleza con los cuales fue posible alcanzar niveles de cero infestación en los momentos cercanos a la cosecha. Cabe señalar que la primavera del año se caracterizó por una severa deficiencia hídrica lo cual pudo haber contribuido a este resultado en la medida en que es posible que tampoco existieran nuevas emergencias de balango post-aplicación

En relación a la estimación en cultivo caben también algunas aclaraciones. Tal como puede observarse en la *Figura N°2* a continuación es posible que el bajo valor del T1 fuera una de las explicaciones para la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos.



Letras iguales no difieren estadísticamente ( $P > 0.10$ )

**Figura N°2.** Materia seca de cultivo (kg.MS.há<sup>-1</sup>) a los 150 dps en los diferentes tratamientos.

Como puede observarse, el promedio de este tratamiento (Iloxan) resultó más bajo que el estimado en el testigo sucio. Al analizar los contrastes programados se detectaron diferencias sólo entre el T1 y el T3 ( $P=0.07$ )

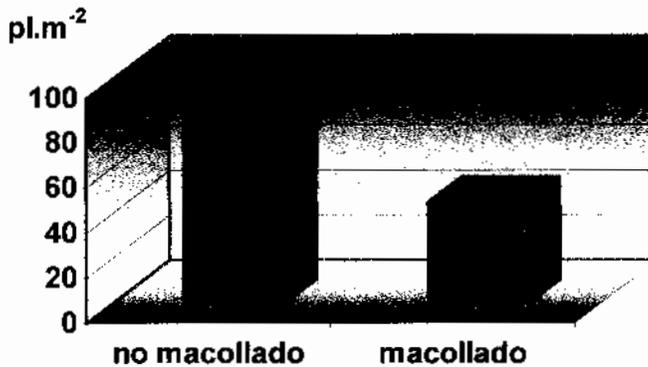
El bajo valor estimado de materia seca para el T1 resulta llamativo siendo que las lecturas de control y la determinación de materia seca de balango indicaron un muy buen control de la maleza con este tratamiento. A su vez se debe considerar que en el conteo de balango realizado antes de la aplicación, la infestación determinada en este tratamiento fue muy similar a la estimada en los demás tratamientos. Por lo tanto se descarta que hubiera existido una mayor presión competitiva en este tratamiento como explicación al menor rendimiento. Con las determinaciones efectuadas resulta difícil explicar este comportamiento no encontrándose una explicación lógica.

## EXPERIMENTO 2

En este experimento fue posible evaluar la totalidad de los efectos planteados. Por esta razón y a los efectos de ordenar la discusión se presenta separadamente el análisis de los resultados para los 3 herbicidas postemergentes ensayados, las 2 dosis de nitrógeno y la aplicación de glifosato en precosecha

**nivel de interferencia inicial** . las estimaciones iniciales del total de plantas de trigo y balango a los 30 dps indicaron una buena implantación para el cultivo y una considerable infestación de la maleza. El promedio de densidad de trigo resultó de  $260 \text{ pl.m}^{-2}$  y el valor para balango estimado, un poco más tardíamente, a los 44 dps resultó de  $141 \text{ pl.m}^{-2}$  .

El 68% de la población de balango (96 plantas) correspondió a plantas en los primeros estadios de desarrollo, mientras que el 32% restante (45 plantas) se asoció con plantas que ya habían iniciado la etapa de macollaje (*Figura N° 3*).



**Figura N° 3.** Composición por estado de desarrollo de la población de balango a los 44 dps

Al momento de esta determinación el cultivo se encontraba en el estadio promedio de Z 2.1 según escala Zadocks, lo cual podría considerarse como una ventaja en términos competitivos para el cultivo, siendo que como se comentara sólo el 32% de las plantas de la población de la maleza se encontraban alcanzando este desarrollo en esos momentos.

Las diferencias en los desarrollos de trigo y maleza mencionados se reflejaron además en la estimación de las respectivas materias secas realizadas a los 50 dps cuando se determinaron 1389 kg MS.ha<sup>-1</sup> para trigo y 320 kg MS.ha<sup>-1</sup> en el caso de balango. De cualquier forma, la relación de materias secas con un valor de 4,34 (kg MS trigo/kg MS balango) es más baja que la estimada en otros trabajos (de 8.93 y 11.82 en los experimentos de Bello y Frontini, 1999 dependiendo del cultivar).

En los experimentos citados, estas más altas relaciones fueron determinantes de significativas pérdidas de rendimiento. Sobre la base de estos resultados podríamos considerar a la relación obtenida en el presente experimento como indicadora de un fuerte nivel de interferencia.

### Comportamiento de los herbicidas

**en la maleza** En la primera lectura de control, realizada a los 67 dps correspondientes a 17 días post-aplicación, las pruebas estadísticas del test exacto de Fisher (procedimiento Freq del SAS) señalaron diferencias en el comportamiento de los herbicidas tanto a nivel de la maleza no macollada como macollada (P=0.064 y P=0.055 respectivamente). (Cuadro N° 9)

**Cuadro N° 9.** Comportamiento comparativo de los herbicidas ensayados (17 dpa).

TRATAMIENTO	Balango no macollado		Balango macollado	
	<=8	>8	<=9	>9
T1 Iloxan	100	0	100	0
T2 Puma	91.67	8.33	100	0
T3 Topik	75	25	83.33	16.67
T4 Testigo	100	0	100	0
Probabilidad	P=0.064		P=0.055	

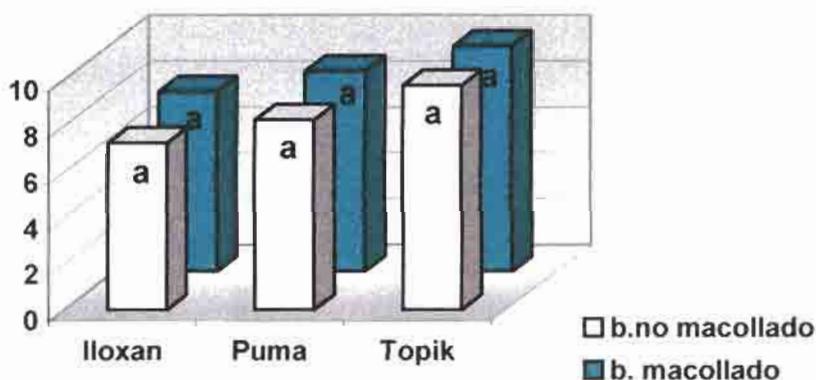
Considerando los datos en el Cuadro puede verse que los herbicidas presentaron un mejor comportamiento en las plantas macolladas. Estos

resultados no condicen con los reportados por Barrentine (1989), Edmund y York (1987), Klingaman et al (1991) citados por Stougaard et al (1997) y Bidegain y Perdomo (1998); quienes observaron menor eficiencia de los herbicidas a medida que las malezas incrementan su tamaño.

Dicho resultado puede deberse a nuevas emergencias ocurridas entre la fecha de aplicación de los herbicidas y la fecha de la lectura de control, haciendo que esas plantas que contribuían a la población de las menos desarrolladas hayan sido contabilizadas como no dañadas.

Del mismo cuadro surge el buen comportamiento comparativo de Topik, lo cual es contradictorio con lo observado en el Experimento 1. Bello y Frontini (1999), no observaron diferencias en la eficiencia de control de los herbicidas Topik y Puma aplicados a 2 hojas del cultivo y mayores eficiencias comparativas para Puma cuando las aplicaciones se realizaron a inicios del macollaje de la maleza.

En la segunda lectura de control realizada a los 74dps (24 días post-aplicación) los resultados fueron muy similares, y aunque el análisis de varianza no detectara efecto de los tratamientos al analizarse (*Figura N°4*), las frecuencias de daños por encima y por debajo del valor 9 se evidenciaron nuevamente mayores valores de control en el caso de plantas macolladas y un buen comportamiento para Topik (*Cuadro N° 10*).



Letras iguales no difieren estadísticamente ( $P>0.10$ ).

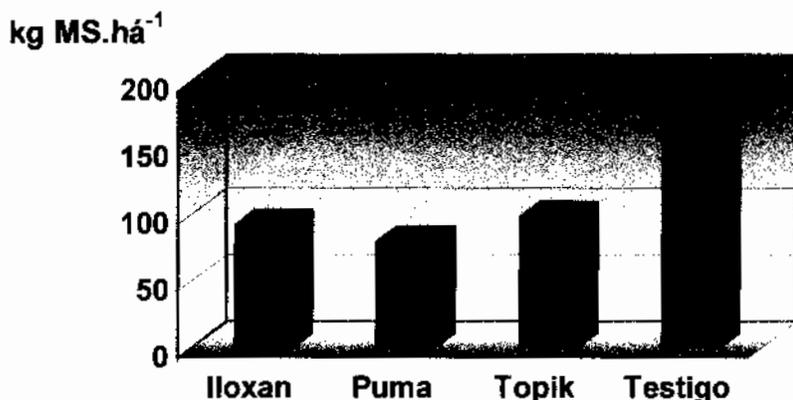
**Figura N°4.** Lectura de control (escala visual) a los 24 dpa

**Cuadro N° 10.** Comportamiento comparativo de los herbicidas ensayados (24 dpa)

TRATAMIENTO	Balango no macollado		Balango macollado	
	<=9	>9	<=9	>9
T1 Iloxan	100		83.33	16.67
T2 Puma	75	25	83.33	16.67
T3 Topik	50	50	50	50
T4 Testigo	100		100	
Probabilidad	P=0.001		P=0.012	

Es probable que en esta situación a diferencia del Experimento 1, hayan existido nuevos flujos de emergencia, posibilitado por una mayor disponibilidad hídrica ya que este experimento se encontraba ubicado en una zona topográficamente más baja. Estas nuevas emergencias posiblemente contribuyeron a contabilizar plantas no macolladas con escaso o nulo nivel de daño como se mencionara en la discusión de la primera lectura de control.

La segunda determinación de materia seca de maleza fue realizada a los 74 dps (24 días de aplicados los tratamientos herbicidas). En este caso el análisis de varianza detectó efecto de tratamiento ( $P=0.04$ ), diferenciándose el testigo de los tratamientos gramínicidas (*Figura N°5*).



Letras iguales no difieren estadísticamente ( $P>0.10$ )

**Figura N°5.** Enmalezamiento (kg MS.há<sup>-1</sup>) en los diferentes tratamientos a los 74 dps (24 dpa).

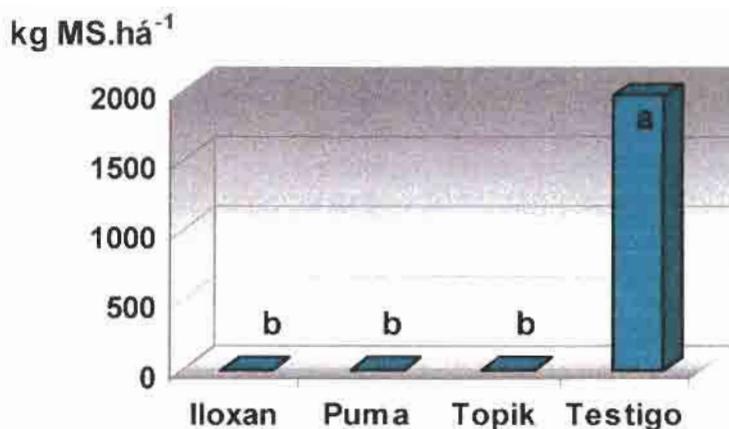
En esta misma fecha se efectuó también la determinación de la materia seca en cultivo. Para esta evaluación no se detectaron efectos de los herbicidas resultando la fitomasa en los tratamientos con herbicida similar al total evaluado en el testigo sucio. El análisis de las relaciones fitomasa cultivo/fitomasa maleza señala sin embargo algunas variaciones destacables (*Cuadro N° 11*).

**Cuadro N°11.** Relación materia seca trigo/materia seca balango para cada tratamiento a los 74 dps (24 días post aplicación de los herbicidas).

Tratamiento	MScultivo/MS malezas
T1 Iloxan	8.0
T2 Puma	11.7
T3 Topik	7.8
T4 Testigo	4.1

Como puede observarse en el cuadro la relación competitiva es menos de la mitad en el testigo y particularmente favorable, comparativamente, en el tratamiento con Puma, lo cual podría interpretarse como un indicador de una más efectiva disminución de los efectos de la interferencia de balango para este herbicida. Cabe destacar además, que la relación de fitomasas en el testigo se mantiene prácticamente invariable a la estimada a los 50 dps.

A la cosecha se estimó el total de materia seca de balango sólo en el tratamiento testigo siendo que los tratamientos en los que se aplicara herbicidas no presentaban maleza. Como puede observarse en la *Figura N° 6*, también en esta medida y como resultaba esperable según las determinaciones anteriores se comprobó un marcado efecto de la aplicación de los graminicidas ( $P= 0.02$ ).



Letras iguales no difieren estadísticamente ( $P > 0.10$ )

**Figura N°6.** Enmalezamiento (kg MS.há<sup>-1</sup>) en los diferentes tratamientos (164 dps).

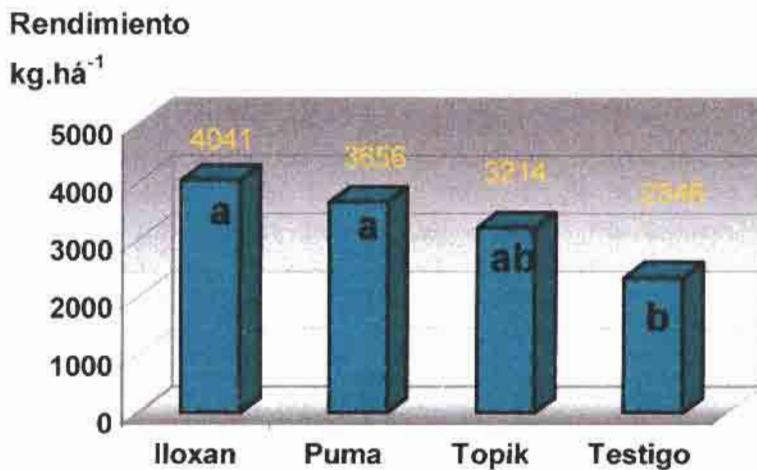
En consideración de estos resultados, es importante destacar la disminución consecuente en el potencial de reinfestación de la maleza que permiten el uso de los graminicidas postemergentes. Puede afirmarse, por lo tanto, que el uso de este tipo de herbicidas aparece como un método eficiente en el manejo de las poblaciones de la maleza en el sistema.

Los resultados obtenidos concuerdan con los obtenidos por Fernández Quintanilla et al. (1987), quienes confirmaron que la población de *Avena fatua* L. puede verse sustancialmente reducida a través de una estrategia que implique el uso continuo de herbicida en un período de 4 a 6 años.

Los mismos autores observaron un progresivo agotamiento del banco de semillas de *Avena sterilis* en parcelas tratadas con herbicidas anualmente en un periodo de 4 años. Al final del período, la población de semillas en el suelo fue entre 61 y 81% inferior a lo reportado al inicio del experimento y 92 a 95% inferior a las parcelas testigo. Si bien el total de semillas de *Avena sterilis* producidas fue entre 59 y 95% inferior en parcelas tratadas con herbicidas, una gran cantidad de semillas retornaba anualmente al suelo (298 a 2848 semillas.m<sup>-2</sup>). Por esta causa los autores sostienen sobre la conveniencia de instrumentar otras prácticas de manejo que complementen a éstas cuando se pretenda disminuir más y más rápidamente el banco de semillas.

**en el cultivo** Además de las estimaciones de materia seca a los 50 y 74 dps ya comentadas al discutir sobre las relaciones competitivas, se determinó el rendimiento en grano final a cosecha.

El análisis de varianza detectó efecto significativo de tratamientos para esta variable de rendimiento en grano ( $P= 0.06$ ) (Figura N°7).



Letras iguales no difieren estadísticamente ( $P>0.10$ )

**Figura N°7.** Rendimiento en grano (kg.há<sup>-1</sup>) a los 164 dps.

Como puede observarse en la figura también pueden señalarse diferencias para los tratamientos Iloxan y Puma, los cuales difieren significativamente del testigo mientras que Topik presentó un comportamiento intermedio sin diferenciarse del testigo ni los restantes herbicidas. El incremento promedio de rendimiento por la utilización de herbicidas resultó de un 55% y el mayor incremento, alcanzado con la utilización de Iloxan, fue de 72% con 1695 kg/há, destacando una importante eficiencia económica para la aplicación.

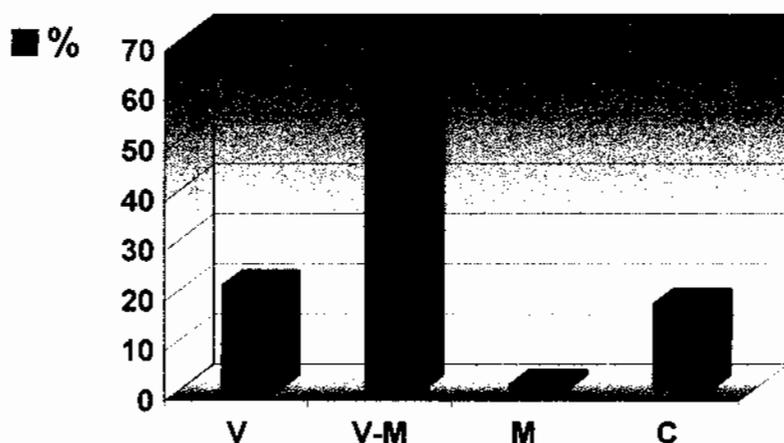
El comportamiento de Topik en el rendimiento final del cultivo resultó llamativo siendo que este herbicida fue el que lograra los mayores niveles de control en la evaluación post-aplicación.

A los efectos de complementar el análisis de los efectos en la interferencia de esta maleza en el rendimiento de trigo se estudiaron las regresiones de número y materia seca de la maleza con rendimiento en grano. Sólo la

regresión considerando la estimación de la materia seca de maleza del 2/09 resultó significativa ( $P = 0.06$ ;  $R^2 = 0.11$ ) indicando una pérdida de 1.94 kg/há de grano por cada gramo de materia seca de maleza.m<sup>-2</sup>.

**Dosis de nitrógeno.** No se detectó efecto de la dosis de N a nivel de la materia seca de cultivo ni en el rendimiento en grano. Este resultado puede considerarse el esperable siendo que el análisis de nitratos en Z 2.1 dio un valor de 13 ppm. La corrección que correspondía en función de este nivel en suelo es de unas 25 unidades de N, valor muy similar al de la menor dosis (N1) ensayada en este experimento. En la maleza y también como podía esperarse el análisis de varianza detectó efectos significativos ( $P=0.08$ ) del N en la determinación de materia seca de setiembre. Este efecto en la maleza no generó ninguna interacción a nivel de la interferencia de la maleza en el cultivo siendo que en rendimiento en grano del cultivo no fueron observadas variaciones y tampoco en la actividad de los herbicidas puesto que las eficiencias sobre la maleza en los tratamientos con N1 y N2 resultaron similares.

**Glifosato pre-cosecha.** la determinación de los grados de maduración de las semillas de balango en las panojas al momento de realizar la aplicación, tal como se detallara en materiales y métodos permitió estimar la distribución que se detalla en la figura siguiente



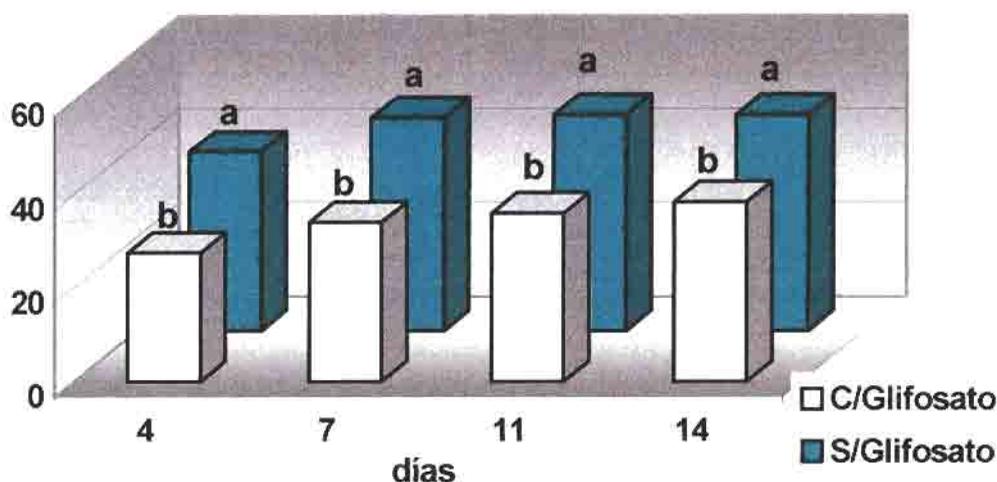
V= semillas color verde, V-M= semillas color verde-marrón,  
M= semillas color marrón, C= semillas caídas

**Figura N°8.** Proporción de semillas clasificadas según grado de madurez en la panoja al momento de la aplicación.

Como se observa, al momento de la aplicación la mayor parte de las semillas se encontraban al estado de maduración intermedia que describiéramos como verde-marrón, con una muy baja contribución de semillas maduras (1%) y una proporción no despreciable (17%) de semillas ya caídas.

Los estudios relativos a la capacidad germinativa de las semillas tratadas mostraron efecto de la aplicación de glifosato en el porcentaje de germinación de balango ( $P=0.01$ ) en todas las fechas de evaluación (a los 4, 7, 11 y 14 días)(Figura N°9).

### % Germinación



Letras iguales no difieren estadísticamente ( $P>0.10$ )

**Figura N°9.** Germinación acumulada (%) a los 4, 7, 11 y 14 días para con y sin Glifosato

También fueron detectados efectos de interacción entre la aplicación de glifosato y el grado de maduración que presentaban las semillas al momento de la aplicación (Cuadro N°12).

**Cuadro N°12.** Porcentaje de germinación según grado de madurez y tratamiento con/sin glifosato.

Días	Color	Con/Glifosato	Sin/glifosato
4	V	6.7 c	24.7 b
	V-M	15.3 b	28.7 b
	M	60.7 a	62 a
7	V	13.3 c	30 b
	V-M	22 b	34 b
	M	66.7 a	72.7 a
11	V	14.7 c	30.7 b
	V-M	23.3 b	34. b
	M	70 a	74 a
14	V	17.3 c	30.7 b
	V-M	25.3 b	34.7 b
	M	72.7 a	74 a

Letras iguales no difieren estadísticamente ( $P>0.10$ )

Resulta interesante destacar la magnitud en que fue disminuido el porcentaje de germinación debido a la utilización de glifosato. Las semillas verdes, germinaron un 43.6% menos que sus pares no tratadas con glifosato; la disminución alcanzada en las semillas verde-marrones y marrones fue 27.1% y 1.8% respectivamente.

Los resultados obtenidos coinciden con los obtenidos por Shuma y Raju (1993), quienes indican que los efectos sobre semillas en grados de maduración intermedia ocurren fundamentalmente sobre el vigor y la capacidad germinativa de las mismas sin afectar su viabilidad y que cuando las semillas están suficientemente desarrolladas resisten la desecación provocada por el glifosato (Shuma et al. ,1995).

También surge del cuadro anterior que el efecto de la aplicación de glifosato fue particularmente marcado en las semillas más inmaduras (verdes) y en las evaluaciones tempranas. Para las semillas citadas, la aplicación de glifosato determinó una reducción en la capacidad geminativa de 73% a los 4 días aunque terminó con una reducción en el valor acumulado a los 14 días de sólo 43,6%.

Pese a ser destacable la magnitud de la disminución en el porcentaje de germinación alcanzada en semillas verdes, es de señalar que al momento de realizar la aplicación éstas representaban sólo el 20.8% del total de semillas.

En la valoración del posible impacto de esta medida debe considerarse además, como fuera mencionado anteriormente, que al momento de la aplicación el 17.3% de las semillas ya habían caído al suelo, y por lo tanto representan una proporción sobre la que no existe efecto alguno.

Por las razones expuestas resultaría interesante el estudio de medidas de manejo complementarias que permitan coincidir momentos más cercanos a la anthesis de las flores terminales en el tallo principal como recomiendan Shuma et al (1995) con el momento en que es posible la aplicación del glifosato.

En este sentido la utilización de cultivares de menor ciclo de duración así como la siembra en fecha óptima aparecen como alternativas viables.

Considerando los resultados obtenidos mediante el uso de graminicidas postemergentes en el presente experimento ya sea medido como eficiencia de control o respuesta en rendimiento obtenida, la aplicación de glifosato en pre-cosecha quedaría restringida para aquellas situaciones donde se haya aplicado y ocurriesen nuevas reinfestaciones o donde no se haya aplicado sobre la evaluación de un escaso nivel de infestación inicial y luego se observen infestaciones sobre el final del ciclo.

La utilización del mencionado herbicida presenta como ventaja adicional la mejora en la calidad de la cosecha obtenida ya que mejora la operación de trilla. A su vez permite realizar la cosecha en forma anticipada debido a que acelera el secado del cultivo así como también inicia anticipadamente el barbecho para un cultivo de verano de segunda.

## **5. CONCLUSIONES**

### **Experimento 1**

Como consecuencia de una fuerte helada no pudo realizarse el tratamiento con glifosato en pre-cosecha y tampoco la estimación de rendimiento final en cultivo, obteniéndose por tanto sólo resultados en relación al comportamiento comparativo de los herbicidas ensayados a nivel de la maleza tal como se concluye:

- en la primer lectura de control (87 dps) no se detectaron diferencias entre los herbicidas evaluados.
- en la segunda lectura de control (94 dps) se determinaron elevados porcentajes de control promedio, evidenciándose una superioridad para el herbicida Puma en el cual la totalidad de las lecturas tanto para balango no macollado como macollado superaron el valor de 9.
- los herbicidas Iloxan y Topik mostraron menores niveles de control con similar comportamiento en el caso de balango no macollado y diferencias para la maleza ya macollada. En esta situación Iloxan superó a Topik .
- a los 150 dps, cercanos a cosecha se constató un control muy satisfactorio en los tres tratamientos herbicidas y 3902 kg MS.há<sup>-1</sup> en el tratamiento testigo.

### **Experimento 2**

En este experimento como se aclarara previamente fue posible realizar la totalidad de las determinaciones previstas, concluyéndose:

- los graminicidas determinaron importantes respuestas en rendimiento en grano, estimándose un incremento promedio de 55%.
- la magnitud de las respuestas observadas se asoció muy posiblemente, con la elevada densidad inicial de balango (141 pl.m<sup>-2</sup> ) y la muy buena eficiencia lograda con los herbicidas
- el alto enmalezamiento determinó fuertes niveles de interferencia que resultaron en una baja relación MS cultivo/MS maleza estimada en 4.34 kg MS cultivo/kg MS maleza al momento de aplicación de los herbicidas (50 dps).

- en las lecturas de control realizadas a los 67 y 74 dps, el mejor comportamiento visual fue observado en Topik seguido de Puma y por último Iloxan.

- no existió enmalezamiento residual a cosecha en ninguno de los tratamientos herbicidas y se estimaron 1950 kgMS de balango en el testigo sin tratamiento. Esto fue interpretado como el resultado del buen comportamiento de los herbicidas en la maleza y también del efecto año. La sequía registrada durante los meses de primavera probablemente haya impedido nuevas emergencias y de esta manera pudo haber constituido un complemento a la acción de los herbicidas.

- no se detectaron diferencias en rendimiento en grano de trigo entre las dosis (23 y 44 u) de N aplicadas al macollaje aunque sí se observó respuesta a la mayor dosis en la MS de balango estimada a los 74 dps. Esta respuesta no se asoció con variaciones en la magnitud de la interferencia ni con la actividad de los graminicidas.

- el porcentaje de germinación de las semillas a las que se les aplicó glifosato se vio reducido en 17.2% en promedio.

- dicha reducción fue diferente según el grado de madurez de las semillas, siendo de 43.6% en semillas verdes; 27.1% en las verde-marrones y 1.8% en las marrones.

- si bien el porcentaje de germinación de las semillas verdes y verde-marrones fue reducido, éstas representaban el 81.1% del total de semillas ya que el 17.3% ya había caído al suelo en el momento de la aplicación.

- el momento de aplicación de glifosato debe ser efectuado en momentos más cercanos a la antesis de la flor terminal del tallo principal de manera de ejercer efecto sobre una mayor cantidad de semillas y en menor estado de desarrollo. Para ello se deben utilizar cultivares de menor ciclo de duración y siembras en fecha óptima.

- debido a la eficiencia lograda con los graminicidas selectivos postemergentes, ya sea a nivel de la maleza o en la respuesta en rendimiento obtenida, la aplicación de glifosato en pre-cosecha, quedaría restringida a situaciones donde luego de aplicado el graminicida existan reinfestaciones posteriores o donde no se haya aplicado sobre la evaluación de un escaso nivel de infestación inicial y luego se observen infestaciones sobre el final del ciclo del cultivo.

## 6. RESUMEN

El presente estudio tuvo por objetivos evaluar el comportamiento de 3 herbicidas postemergentes (Clodinafop-p+cloquintocet, Diclofop-metil y Fenoxaprop p-etil) y 2 dosis de nitrógeno al momento de la refertilización del cultivo, en balango (*Avena fatua* L.) y en el rendimiento de trigo (*Triticum aestivum*). Complementariamente se estudió el efecto de la utilización de glifosato en precosecha del cultivo sobre la germinación de las semillas de la maleza. A tales efectos se instalaron 2 experimentos idénticos en campos de productores, uno en el establecimiento El Mangrullo (Experimento 1) y el otro en el establecimiento Los Ceibos (Experimento 2) en el departamento de Soriano, parajes Cololó y Coquimbo respectivamente. La siembra se realizó el 1º de Junio en el experimento 1 y el 20 del mismo mes en el experimento 2. El diseño experimental consistió en parcelas divididas en bloques al azar, con 4 tratamientos (3 graminicidas postemergentes y el testigo) y 3 repeticiones en el experimento 1. En el experimento 2 los tratamientos fueron 8 ya que se incluyeron 2 dosis de nitrógeno al macollaje y se utilizaron también 3 repeticiones. En madurez fisiológica las parcelas fueron divididas a la mitad en forma aleatoria para efectuar la aplicación de glifosato. Las determinaciones efectuadas consistieron en: densidad del enmalezamiento (conteo del número de plantas) a los 44 y 60 dps; lecturas de control (por apreciación visual a los 27 y 34 dpa en el experimento 1 y a los 17 y 24 dpa en el experimento 2); fitomasa de cultivo y maleza (un corte de materia seca de cultivo y maleza a los 150 dps en el experimento 1 y cortes a los 50, 74 y 164 dps en el experimento 2), rendimiento en grano de cultivo (a la cosecha sólo en el experimento 2). Adicionalmente, próximo a la cosecha se procedió al conteo y clasificación en base a la coloración de las espiguillas correspondientes a 50 panojas por parcela distinguiéndose 4 grupos: verdes, verde-marrones, maduras y caídas. A los 198 días post cosecha, las semillas de las espiguillas provenientes de las parcelas testigo con y sin glifosato y clasificadas según coloración fueron colocadas en cámara de germinación. La ocurrencia de heladas durante la espigazón en el experimento 1 determinó que no se pudiera realizar la aplicación de glifosato así como tampoco medir el rendimiento en grano en el cultivo. Se determinaron 129 y 141 pl.m<sup>2</sup> de balango en los experimentos 1 y 2 respectivamente. Las lecturas de control y los cortes de fitomasa de maleza detectaron diferencias entre los tratamientos herbicidas y el testigo. En el rendimiento de trigo se estimó un incremento promedio en respuesta a la utilización de herbicidas de 55%, siendo la mayor respuesta la obtenida con Iloxan y correspondió a un 72% (un aumento de 1694 kg.ha<sup>-1</sup>). No se detectaron diferencias en rendimiento, ni en el comportamiento de los herbicidas por efecto de las dosis de nitrógeno ensayadas y sólo variaciones en la fitomasa de la maleza. La aplicación de glifosato en pre-cosecha del cultivo redujo el

porcentaje de germinación de las semillas de balango, siendo esta reducción de mayor magnitud en las semillas clasificadas como verdes y verde-marrones (43.6% y 27.1% respectivamente), las que constituían el 82% del total al momento de la aplicación.

**Palabras claves:** balango (*Avena fatua* L.); control químico; clodinafop-p + cloquintocet-m; diclofop-metil; fenoxaprop p-etil; glifosato.

## **7. SUMMARY**

The objective of this study was to evaluate three postemergence herbicides behaviour (Clodinafop-p + cloquintocet-m, Diclofop metil and Fenoxaprop p-etil) and two nitrogen doses at crop refertilization, on wild oats (*Avena fatua* L.) and wheat yield (*Triticum aestivum*). Also, the glyphosate effect at the crop preharvest on the weed seeds germination was studied. In order to do this, two identical trials were carried out on farmers field, one of them in El Mangrullo (Trial 1) and the other one in Los Ceibos (Trial 2), both placed in Soriano, Cololó and Coquimbo, respectively. The sowing was done the 1<sup>st</sup> June for trial 1 and the 20<sup>th</sup> June for trial 2. The experimental design was split plots in randomized blocks, with 4 treatments (three postemergence graminicides and the control), and 3 replications in trial 1. In trial 2, there were 8 treatments, as there were included two nitrogen doses at tillering, with 3 replications. At physiological maturity, the plots were randomized divided in order to apply the glyphosate. The measurements done were: weeding density (plant number) at 44 and 60 days post sowing (dps); control determinations (by visual estimation at 27 and 34 dps in trial 1, and at 17 and 24 dps in trial 2); crop and weed phytomass (a dry matter determination in crop and weed at 150 dps for trial 1 and at 50, 74 and 164 dps for trial 2); crop grain yield (at harvest, only in trial 2). By harvest, spikelets from 50 panicles per plot were counted and there were classified as: green, green-brown, matures and fallen down. At 198 days post harvest, the seeds coming from the control with and without glyphosate plots spikelets and classified by colour, were put in a germination chamber. Because of some frosts during heading in trial 1, the glyphosate application could not be done, neither the grain yield determination. 129 and 141 *Avena fatua* L. plants/m<sup>2</sup> were determined in trial 1 and 2, respectively. The control determinations and the weed phytomass determinations showed differences between the herbicides treatments and the control. For wheat yield there was a 55% mean increase in response to herbicides use, being the great response that obtained with Iloxan, a 72% (1695 kg/há). There were no yield differences, neither in herbicides behaviour as affected by the nitrogen doses, and only were seen weed phytomass variations. The crop preharvest glyphosate application decreased the *Avena fatua* L. seeds germination percentage, being this reduction greater in seeds classified as green and green-brown (43.6% and 27.1%, respectively), the same were the 82% from the total at the application moment.

**Key words:** wild oat (*Avena fatua* L.); chemical control; clodinafop-p + cloquintocet-m; diclofop-metil; fenoxaprop p-etil; glyphosate..

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. AGENBAG, G. A. and DE VILLIERS, O. T. 1989. The effect of nitrogen fertilizers on the germination and seedling emergence of wild oat (*Avena fatua* L.) seed in different soil types. *Weed Research*. 29: 239-245.
2. ARGENTINA. CAMARA DE SANIDAD AGROPECUARIA Y FERTILIZANTES. 1997. Guía de Productos Fitosanitarios. 8ª Edición. 1368p.
3. BELLO, C.; FRONTINI, A. 1999. Efecto del cultivar y distintas opciones de tratamientos herbicidas en el manejo de balango (*Avena fatua* L.) en trigo (*Triticum aestivum*) y cebada (*Hordeum vulgare*). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 54p.
4. BIDEGAIN, M. M.; PERDOMO, L. 1998. Efecto de la densidad y momento de control de balango (*Avena fatua* L.) en cebada (*Hordeum vulgare*) en siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 37p.
5. CARLSON, H. L.; HILL, J. E. 1985. Wild oat (*Avena fatua* L.) competition with spring wheat: plant density effects. *Weed science*. 33: 176-181.
6. CHANCELLOR, R. J.; PETERS, N. C. B. 1974. The time of onset of competition between wild oats (*Avena fatua* L.) and spring cereals. *Weed Research*. 14: 197-202.
7. CIBA-GEIGY S.A.. 1995. Información técnica: Topik. 1p.
8. FERNANDEZ QUINTANILLA, C.; GONZALEZ ANDUJAR, J.L.; APPLEBY, A. P. 1984. Characterization of the germination and emergence response to temperature and soil moisture of *Avena fatua* L. and *Avena sterilis*. *Weed research*. 30(4): 289-295.
9. FERNANDEZ QUINTANILLA, C.; NAVARRETE, L.; TORNER, C. and ANDUJAR, J. L. 1987. Influence of herbicide treatments on the population dynamics of *Avena sterilis* ssp. *Ludoviciana* (Durieu) Nynam in winter wheat crops. *Weed Research*. 27(5): 375-383.
10. HOECHST. 1978. Información técnica: Iloxan. 11p.
11. HOLM, L. G.; PLUCKNETT, D. L.; PANCHO, J. V.; HERBERGER, J. P. 1977. The worst weeds. University of Hawaii press. Honolulu. 452p.

12. JORNSGARD, B.; RASMUSSEN, K.; HILL, J. and CHRISTIANSEN, J. L. 1996. Influence of nitrogen on competition between cereals and their natural weed populations. *Weed Research*. 36(6): 461-470.
13. KOSCELNY, J. A. and PEEPER, T. F. 1997. Herbicides for Winter-hardy Wild Oat (*Avena fatua* L.) Control in Winter Wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Technology*. 11(1): 35-38.
14. KROPFF, M. J. 1988. Modelling the effect of weeds on crop production. *Weed Research*. 28(6): 465-471.
15. LOPEZ, R. L.; VIGNA, M. R. 1994. Control de malezas de cebada cervecera en el sudoeste de Buenos Aires. In: Jornada de actualización técnico económica del cultivo de cebada cervecera, (1ª, 1994, Bs. As.) SAGyP. pp. 82-89.
16. LUTMAN, P. J. W. and SAGAR, G. R. 1975. The influence of the nitrogen status of oat plants (*Avena sativa* L.) on the interception and retention of foliar sprays. *Weed Research*. 15(4): 217-220.
17. MARZOCCA, A. 1992. Manual de Malezas. 4ª Reimp. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 684p.
18. Mc MULLAN, P. M. 1994. The influence of temperature on barley (*Hordeum vulgare* L.) tolerance to diclofop-methyl or fenoxaprop-P-ethyl mixtures. *Weed Research*. 34(1): 23-28.
19. MILLER, S. D. and NALEWAJA, D. 1990. Influence of burial depth on wild oats (*Avena fatua* L.) seed longevity. *Weed technology*. 4(3): 514-517.
20. NAYLOR, R. E. L. 1985. Establishment and peri-establishment mortality. In: *Studies on Plant Demography*. J. White ed New York, U.S.A., Academic Press. pp 95-109.
21. NICHOLSON, A. & KEDDY, P. A. 1983. The depth of a shoreline seed bank in Matchedash Lake, Ontario. *Canadian Journal Botanic*. 61: 3293-3296.
22. O'DONOVAN, J. T.; DE ST. REMY, E. A.; O'SULLIVAN, P. A.; DEW, D.A. and SHARMA, A. K. 1985. Influence of the relative time of emergence of wild oat (*Avena fatua* L.) on yield loss of barley (*Hordeum vulgare*) and wheat (*Triticum aestivum*). *Weed science*. 33: 498-533.

23. O'DONOVAN, J. T.; Mc ANDREW, D. W. and THOMAS, A. G. 1997. Tillage and Nitrogen Influence Weed Population Dynamics in Barley (*Hordeum vulgare*). *Weed Technology*. 11(3): 502-509.
24. PHILPOTTS, H. 1975. The control of wild oats in wheat by winter fallowing and summer cropping. *Weed Research*. 15(4): 221-225.
25. SANCHEZ DEL ARCO, M. J.; TORNER, C. and FERNANDEZ QUINTANILLA, C. 1995. Seed dynamics in populations of *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana* *Weed Research*. 35: 477-487.
- ✕ 26. SCURSONI, J. A. 1994. Las malezas y el cultivo de cebada cervecera en Argentina. In: Jornada de actualización técnico económica del cultivo de cebada cervecera, (1ª, 1994, Bs. As.) SAGyP. pp 115-121.
27. SHUMA, J. M. and RAJU, M. V. S. 1993. A histological study of the effect of glyphosate on seed development in the wild oat (*Avena fatua* L.). *Weed Research*. 33(1): 43-51.
28. SHUMA, J. M.; QUICK, W. A.; RAJU, M. V. S.; HSIAO, A. I. 1995. Germination of seeds from plants of *Avena fatua* L. treated with glyphosate. *Weed Research*. 35(4): 249-255.
29. SILVEYRA, R.; VEZOLI, M. 1999. Efecto de la aplicación precosecha del herbicida glifosato en cebada cervecera (*Hordeum vulgare*) sobre los parámetros de calidad empleados en la industria. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 50p.
30. SOMODY, C. N.; NALEWAJA, J. D. and MILLER, S. D. 1985. Self-burial of wild oat florets. *Agronomy Journal*. 77(3): 359-362.
31. SPANDL, E.; DURGAN, B.R. and MILLER, D. W. 1997. Wild oat (*Avena fatua* L.) Control in Spring Wheat (*Triticum aestivum*) and Barley (*Hordeum vulgare*) with reduced Rates of Postemergence Herbicides. *Weed Technology*. 11(3): 591-597.
32. STOUGAARD, R. N.; MAXWELL, B. D. and HARRIS, J. D. 1997. Influence of application timing on the efficacy of reduced rate postemergence herbicides for wild oat (*Avena fatua*) spring barley (*Hordeum vulgare*). *Weed Technology*. 11(2): 283-289.

33. WALL, D. A. 1993. Comparison of green foxtail (*Setaria viridis*) and wild oat (*Avena Fatua* L.) growth, development, and competitiveness under three temperature regimes. *Weed Science*. 41(3): 69-378.
34. WILSON, B. J. and CUSSANS, G. W. 1975. A study of the population dynamics of *Avena fatua* L. as influenced by straw burning, seed shedding and cultivations. *Weed Research*. 15(4): 249-258.

## 9. ANEXO

**Cuadro N° 1:** Precipitaciones diarias para el año 1999 (Est. Met. Mercedes)

Días	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1								
2								12.5
3								4.5
4	25							
5								2
6					33			
7	1			16			3.5	
8								
9		5						
10								
11								
12			7					
13						20		26
14			75					
15			10			1		
16								
17								
18								
19							4	
20			5					
21								
22								
22								
24		trazas		13			1	
25				6				
26								
27		29					25	
28		13						
29	8	80				1		2.5
30			6					5.5
31				14				
Suma	34	127	103	49	33	22	33.5	53
Días	3	5	5	4	1	3	4	6
Pp.max	25	80	75	16	33	20	25	26
Día max	4	29	14	7	6	13	27	13