

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN GENERAL

Desde el comienzo de la agricultura las malezas acompañaron a los cultivos, y el hombre fue desarrollando estrategias para controlarlas (Klingman y Ashton, 1975). A lo largo del tiempo el primer método de control y que aún perdura fue el mecánico a través de labranzas, asociado a un conocimiento empírico de la biología de las malezas (Crafts, 1975).

A mediados del siglo XX aparecen los herbicidas y el manejo de las malezas en los cultivos cambia radicalmente al facilitarse el control dentro de los campos de producción, aunque sin lograr la erradicación de las mismas. Por el contrario, las malezas evolucionaron y se adaptaron a las nuevas tecnologías que se implementaron en los agroecosistemas. Así por ejemplo, se desarrollaron biotipos tolerantes y resistentes a los herbicidas debido a la fuerte presión de selección ejercida por el uso reiterado de un determinado herbicida (Sabbatini *et al.*, 2004).

Si bien es conocido el efecto perjudicial que tienen las malezas en la producción de los cultivos, se conoce poco acerca de su rol ecológico en los agroecosistemas, como eslabones en la cadena trófica, reciclaje de nutrientes y hospedantes alternativos de plagas agrícolas. Por lo anterior, resultaría aconsejable que el manejo de malezas se realice en el marco de un programa de agricultura sustentable, en el cual el objetivo es mantener en el tiempo los niveles de producción sin degradar los recursos naturales (Sarandón, 2002). El

manejo de malezas en un sistema de agricultura sustentable implicaría un mayor conocimiento de la bioecología de las especies y su interferencia con el cultivo. No se descarta el uso de agroquímicos, pero utilizando umbrales de daño, momentos oportunos de control y dosis reducidas de herbicidas (Fernández, 1982).

Generalmente las malezas causan importantes perjuicios al cultivo de trigo al disminuir su rendimiento, por lo que resulta imprescindible realizar un manejo y control de las mismas durante su ciclo de crecimiento (Zimdhal, 1980).

Fumaria officinalis es una maleza importante del cultivo de trigo en el sur y sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Rivas *et al.*, 1991; Vigna y López, 1998), desconociéndose algunos aspectos ecológicos relevantes de la especie en la zona, tales como los relacionados con la emergencia, el efecto competitivo que ejerce sobre el cultivo de trigo y su susceptibilidad a diferentes herbicidas.

1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Fumaria officinalis es una maleza de ciclo anual de importancia mundial, que invade cultivos de cereales y pasturas (Mitich, 1997). Originaria de Europa, oeste de Siberia, y oeste de Asia es problemática en Oceanía, norte de Europa y Norteamérica (Allan, 1978). En Sudamérica ha sido citada como maleza de cereales y pasturas principalmente en Uruguay, Argentina y Chile (Holm *et al.*, 1997).

En Argentina, su nombre común es “flor de pajarito”, “yuyo paloma” o “perejil” (De la Peña, 1997); y es una maleza problemática en cultivos de cereales, pasturas y jardines, presentándose mayormente en suelos arenosos y en climas templados (Marzocca, 1976).

Es una planta herbácea anual de hasta 70 cm de altura, con ramas extendidas y ascendentes. De acuerdo a las descripciones realizadas por Cabrera (1967), Marzocca (1976) y Lamberto *et al.*, (1997) presenta las siguientes características generales:

-Hojas alternas, con pecíolos volubles, repetidamente divididas en segmentos lineales o lineal-lanceolados, enteros o lobados, de 2-3 cm de ancho.

-Flores purpúreas, más oscuras en el ápice, dispuestas en racimos axilares pedunculados. Sépalos oval-lanceolados, denticulados, de 2-3 mm de longitud, más estrechos que la corola. Corola de 6-8 mm.

-Frutos globosos, algo comprimidos lateralmente, truncados en el ápice, de 2 mm de diámetro; pedicelos fructíferos erectos de 2-3 mm de largo, en la axila de brácteas lineal-lanceoladas, de 1-1,5 mm.

- Semillas reticuladas, de 2 mm de largo.



Fig. 1.1. *Fumaria officinalis* L. 1. Semillas caídas en el campo; 2. Plántula; 3.Planta en floración.

1.2. PROBLEMÁTICA Y DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

Durante los últimos años *Fumaria officinalis* ha incrementado su presencia en los partidos de Villarino y Patagones de la Provincia de Buenos Aires, tanto en sistemas de labranza convencional como conservacionista, aumentando su densidad poblacional y la superficie ocupada dentro de los cultivos de trigo (T. Agr. Vicente Larreguy, INTA Médanos, comunicación personal).

En el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, *F. officinalis* es una maleza importante principalmente en el sur del partido de Puan (López, 1980). Según trabajos de relevamientos de malezas en trigo para las campañas 2006 y 2007, Gigón *et al.*, (2008) encontraron en la región sudoeste y sur de la provincia de Buenos Aires que *F. officinalis* estaba presente con mayor frecuencia en los partidos de Villarino y Patagones, al sur de la provincia. No obstante, también estuvo presente en los partidos de Bahía Blanca, Coronel Rosales, Tornquist, Saavedra y Puan. *F. officinalis* fue la maleza con mayor presencia de lotes de trigo en los partidos de Villarino y Patagones con un 73,7 %, mientras que en la ecoregión Puan (partidos de Puan y oeste de Saavedra) un 8,3% y en la ecoregión Bahía Blanca (partidos de Bahía Blanca, Cnel. Rosales, sur de Puan, oeste de Tornquist) la presencia de lotes infestados fue de 10,3 %. De esta manera queda de manifiesto que la problemática se encuentra principalmente en el sur de la provincia, siendo la maleza más frecuente en los lotes de trigo. En los partidos de Puan, Bahía Blanca, Cnel. Rosales, Saavedra y Tornquist, resulta una maleza de importancia secundaria

según su frecuencia, creciendo junto a otras especies como *Avena fatua*, *Lolium multiflorum*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Polygonum aviculare*, *Centaurea solstitialis*, *Chondrilla juncea*. *F. officinalis* demostró tener afinidad de aparición con otras especies de malezas como *Lithospermum arvense* y *Lolium multiflorum*, pero con muy poca frecuencia apareció junto a *Polygonum aviculare* y *Chondrilla juncea*. En el sudeste de la provincia la presencia de *F. officinalis* es muy baja a casi nula (Istilart, 1991; Scursoni y Martin, 2008).

El sur de la provincia de Buenos Aires se inserta en la llanura pampeana, entre los paralelos 37° 30' y 41° latitud Sur (ver figura 1). En cuanto a su topografía es una planicie más o menos homogénea sin fuertes quebradas del terreno. (Sanchez *et al.*, 1998). Se encuentra ubicada como región fitogeográfica en la provincia del Espinal dentro del distrito del Caldén (Cabrera, 1951).

En cuanto al régimen hídrico, las lluvias no siempre son suficientes para los cultivos (Capelli de Steffens y Campo de Ferreras, 1994). Un reciente trabajo demuestra que los partidos de Patagones y Villarino son los que mayor riesgo agroclimático tienen para realizar el cultivo de trigo, dentro de 26 partidos estudiados (Barelli *et al.*, 2008). Las lluvias tienen una mayor ocurrencia en los meses de febrero y marzo y una menor pluviometría en junio y julio. Las lluvias anuales disminuyen desde el norte hacia el sudoeste.

En general es una zona ventosa y los vientos predominantes de la región son del noreste. Este factor podría jugar un rol importante para la dispersión de las semillas de la maleza hacia el sur (Provincia de Río Negro).

Los suelos de esta región en su gran mayoría fueron clasificados como Haplustoles y Calciustoles. Se caracterizan generalmente por ser de textura gruesa arenosa a arenosa - franca muy sueltos, susceptibles a la erosión eólica, con niveles de materia orgánica en promedio cercanos al 1%, los cuales rara vez superan valores del 2%. Los sistemas predominantes son agrícola-ganaderos con una rotación trigo - pastoreo del rastrojo – trigo, con algunas pasturas. Bajo riego un sistema hortipecuario con rotación pasturas y horticultura o campo natural - horticultura, principalmente cebolla. (INTA Ascasubi, 2009).

1.3. EMERGENCIA DE LAS PLANTULAS

El conocimiento de la biología de las malezas fue incrementado su interés en los últimos años en relación a mejorar las estrategias en el manejo de las mismas (Bhowmik, 1997). La emergencia de una plántula quizás sea el proceso fenológico más importante de una especie anual y representa el punto en que el individuo pasa a ser autotrófico a través de la fotosíntesis (Salisbury y Ross, 1992). La temperatura del suelo, la humedad, y la calidad de la luz que llega al suelo, son factores claves del ambiente que afectan la emergencia de las plántulas. Otros factores, como la fertilidad del suelo, salinidad, compactación, labranzas y residuos en superficie también afectan la emergencia y pueden modificarse directamente con el manejo (Forcella *et al.*, 2000). También existen factores propios de las semillas que actúan sobre la

germinación y por lo tanto posteriormente en la emergencia, como es la dormición.

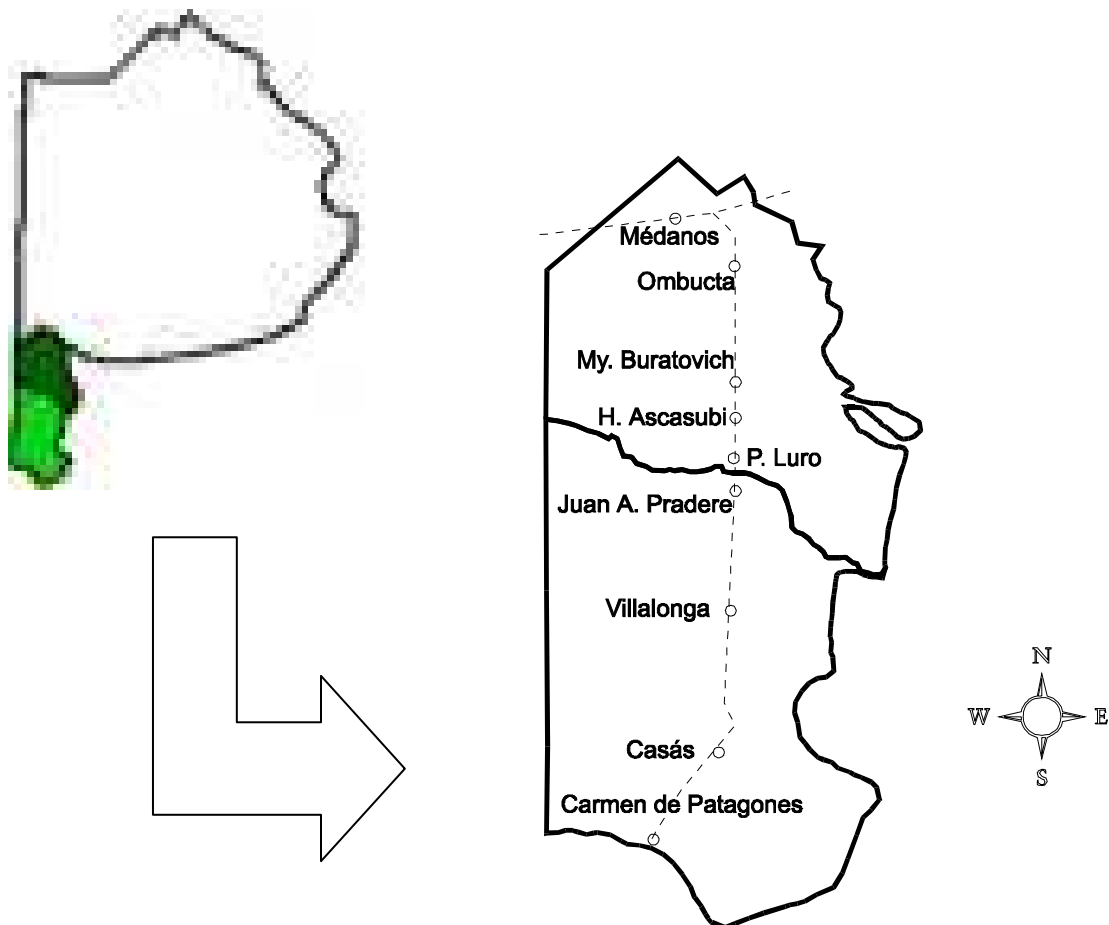


Fig. 1.2. Localización de los partidos de Villarino y Patagones en la Pcia. de Buenos Aires.

La dormición es la incapacidad de germinación de una semilla viable bajo condiciones favorables para el crecimiento de la plántula (Wareing, 1965; Amen, 1968). En el caso de *F. officinalis*, cuando la semilla cae de la planta madre necesita un período de postmaduración del embrión y luego temperaturas bajas para poder germinar, requerimientos que definen un tipo de dormición denominada morfofisiológica (Baskin y Baskin, 1998; Moerkerk, 1999). La estratificación durante 60 días a 4 °C fue el mejor promotor para salir de la dormición en esta especie (Jeffery y Nalewaja, 1973). En España, *F.*

officinalis comienza a emerger a mediados de otoño, continuando en el invierno y hasta mediados de primavera (García Torres y Fernández Quintanilla, 1991),

Las características físicas y químicas de los suelos influyen en el establecimiento de la maleza en un determinado sitio, por ejemplo en Inglaterra *F. officinalis* se encuentra principalmente en suelos de textura limosa y de pH alcalinos (Allan, 1978; Holm *et al.*, 1997).

Es sabido que las labranzas conservacionistas han provocado un cambio en el medio ambiente y muchos parámetros abióticos se ven modificados con este tipo de labranzas mínimas (Puricelli y Tuesca, 1997). Así, la temperatura de suelo, el régimen de humedad, la estructura, compactación y el tamaño de los agregados del suelo presentan diferencias al mediano plazo de incorporar labranzas conservacionistas. Todos estos cambios del suelo tienen gran implicancia en la demografía de las semillas de las malezas y en el crecimiento de las plantas (Lowery y Stoltenberg, 1998). Roberts y Feast (1972) encontraron que *F. officinalis* era una de las malezas que menos emergía en suelos de no remoción de suelo luego de varios años.

1.4 COMPETENCIA CULTIVO - MALEZA

La competencia podría definirse como el efecto recíprocamente adverso producido entre organismos (plantas) que utilizan un mismo recurso, que es escaso. Cuando se refiere a la interferencia entre cultivos y malezas, la competencia se produce fundamentalmente por los recursos luz, agua y nutrientes (Doll, 1996; Satorre y Kammerath, 1990). La interacción cultivo-

maleza y malezas entre sí, dentro de una comunidad de cultivo constituye una de las fuerzas motrices que regula el crecimiento poblacional de la especie y en consecuencia el enmalezamiento (Guglielmini *et al.*, 2003).

El efecto competitivo que ejerce una maleza sobre un cultivo va a depender del momento de emergencia del cultivo y la maleza, la densidad poblacional de la maleza y el nivel de fertilidad del suelo (Hakansson, 2003).

En estadios tempranos del cultivo de trigo (desde la siembra hasta 2-3 hojas), la competencia de las malezas produce perjuicios de diversa magnitud, dependiendo de la humedad de suelo, fertilidad y densidad de las malezas (Satorre, 1990). Experiencias realizadas en el sudeste de Buenos Aires (Catullo e Istilart, 1983), con desmalezado manual en trigo, indicaron que un cultivo que tuvo competencia durante los primeros 60 días desde la siembra presentó una reducción del rendimiento del 41 %; en cambio, cuando el cultivo estuvo libre de malezas durante ese período, la reducción fue sólo del 8%. Esto demuestra muy claramente la importancia de efectuar el control temprano de malezas.

F. officinalis tiene un importante sistema radical y responde rápidamente en su crecimiento al agregado de fertilizantes en base a nitrógeno, compitiendo eficazmente con el cultivo de trigo y afectando su producción (Moerkerk, 1999). Estudios realizados en Escocia, en cuanto a las pérdidas provocadas por *F. officinalis*, indican que llegan hasta alrededor de un 62 % en cereales de invierno cuando se produjo un flujo alto de emergencia en la implantación del cultivo (Lawson y Wiseman, 1974).

1.5. CONTROL QUÍMICO

El uso de compuestos químicos por el hombre para controlar la vegetación no deseada data de varias centurias, pero el manejo químico moderno de malezas esencialmente comienza con el descubrimiento de herbicidas de acción hormonal como el 2,4-D en la década de '40 (Harrison y Loux, 1995). En la década del '50 se desarrollaron nuevos herbicidas selectivos para trigo derivados del ácido fenoxiacético, tales como el MCPA y el 2,4,5-T. Luego lo hicieron otros herbicidas derivados del ácido benzóico (Dicamba y Cloramben), del ácido picolínico (Picloram) y también de las Triazinonas (Metribuzin). En la década de los '80 el desarrollo de herbicidas para trigo se caracterizó por la introducción de nuevos herbicidas selectivos de postemergencia. Fue así como aparecieron los grupos Sulfonilureas, Ariloxifenoxipropianatos y Ciclohexanodienos, los cuales se caracterizan por ser altamente selectivos y algunos de ellos efectivos en bajas dosis (Kogan y Pérez, 2003).

Los herbicidas del grupo de las sulfonilureas son eficaces en el control de *F. officinalis*, siempre que las aplicaciones se realicen en estadios tempranos de la planta (Talgre, 2004). Sin embargo, el uso de este tipo de herbicidas podría traer aparejado problemas de persistencia en el suelo, toxicidad a cultivos posteriores y contaminación de acuíferos por percolación. El uso de estos productos debería manejarse de una manera racional y optimizando el momento de aplicación y la dosis (Kogan y Pérez, 2003; Bedmar, 2004 ; Vigna, *et al.* , 2006).

El glifosato es un herbicida no selectivo y sistémico, que aparece en el mercado entre los años 1972 y 1974. Actualmente es el más popular y el más vendido en el mundo y se ha establecido como líder de los herbicidas de postemergencia (Kogan y Pérez, 2003). En los cultivos de trigo de la región se lo utiliza principalmente antes de la siembra para controlar las malezas en barbecho sobre todo en sistemas de siembra directa, donde *F. officinalis* también está presente.

1.6. FINALIDAD ESPECÍFICA DEL ESTUDIO

Las poblaciones de una comunidad de malezas en un sistema agrícola se modifican debido a la acción del hombre, fundamentalmente por su intervención en el manejo del suelo y los cultivos. El avance de la siembra directa, el uso de herbicidas de acción residual y la rotación de cultivos son algunos ejemplos que ponen de manifiesto la adaptabilidad de las malezas a los cambios del agroecosistema (Vitta *et al.*, 1999). Tanto los factores edafoclimáticos como los efectos del manejo y las nuevas tecnologías en el cultivo de trigo seguramente afectan el crecimiento, desarrollo y la supervivencia de las malezas.

Rivas *et al.*, (1991) alertaban de la importancia del avance de *F.officinalis* en lotes de trigo en los partidos de Villarino y Patagones, agravándose el problema en los últimos años.

En esta tesis se estudian algunos aspectos sobre la bioecología y el manejo de *F. officinalis* en el cultivo de trigo dentro del agroecosistema del sur-sudoeste de la provincia de Buenos Aires. Se formula la hipótesis de que un mayor conocimiento de la dinámica de emergencia de la maleza en el campo, su competencia con el cultivo y el control de diferentes herbicidas ayudará a un manejo más eficiente y sustentable de la maleza en la región.

Específicamente, se estudia el patrón de emergencia de la maleza y se evalúa el efecto de las labranzas para entender y predecir los momentos de infestación, la duración y la estrategia de manejo dentro del cultivo de trigo.

Asimismo, se estudia el efecto de la fertilización, la emergencia relativa y la densidad de la maleza sobre la interferencia cultivo – maleza, ya que resultan elementos muy importantes para caracterizar la competencia e inferir el manejo del cultivo.

Finalmente, para conocer diferentes alternativas de control químico de *F. officinalis* en el cultivo y en el barbecho. Se evalúan ensayos que incluyen diferentes compuestos químicos, momentos de aplicación, en diferentes situaciones de cultivo.

CAPITULO II

EFFECTOS DE LAS LABRANZAS Y LA COMPACTACIÓN DEL SUELO SOBRE EL PATRÓN DE EMERGENCIA ESTACIONAL.

2.1. INTRODUCCIÓN

Las labranzas de los suelos causan una redistribución de las semillas de malezas en el perfil y producen cambios en las propiedades físico-químicas de los suelos, lo que puede afectar la germinación y emergencia de las malezas (Mohler y Galford, 1997).

Yenish *et al.* (1992) evaluaron diferentes herramientas de labranza y estudiaron la distribución de las semillas de las malezas en el perfil de suelo, encontrando que en sistemas de siembra directa un 60% de las semillas se encontraban en los primeros cm del suelo, con labranza vertical un 30% y con labranza profunda (arado de reja) la distribución de las semillas en los primeros 20 cm era homogénea.

La emergencia de las malezas generalmente disminuye a medida que el entierro es mayor, dependiendo del tamaño de sus semillas (Benvenuti *et al.*, 2001). Para muchas especies la profundidad óptima de emergencia es alrededor a 2 cm (Mohler, 1993) y decrece fuertemente superando los 6 cm (Froud-Williams *et al.*, 1984). Para algunas malezas de ambientes tropicales como *Eclipsa prostrata* el entierro es un factor todavía mas severo,

interrumpiendo la emergencia cuando el mismo supera los 0,5 cm de profundidad (Chauhan y Jonson, 2008).

La temperatura y humedad del suelo afectan la germinación y emergencia de las plántulas de las malezas y pueden variar sustancialmente por el efecto de las labranzas (Forcella *et al.*, 2000).

En sistemas labreados de la zona sur de Santa Fé, las malezas latifoliadas anuales mantienen su densidad relativamente estable en el tiempo, mientras que en un sistema de labranza reducida o de siembra directa, su número disminuye progresivamente (Puricelli y Tiesca, 1997).

La dormición y germinación de *Fumaria officinalis* fue estudiada por Jeffery y Nalewaja (1970; 1973), que experimentaron diferentes promotores de la ruptura de dormición, tales como alternancia térmica, uso de la luz rojo y rojo/lejano, remoción del pericarpio, ácido giberélico y estratificación. Dichos autores concluyeron que la estratificación durante 60 días a 4 °C fue el mejor promotor para superar la dormición de esta especie.

F. officinalis presenta un tipo de dormición denominada morfofisiológica, por lo que cuando la semilla cae de la planta madre necesita un período de postmaduración del embrión y luego temperaturas bajas para poder germinar (Baskin y Baskin, 1998; Moerkerk, 1999).

F. officinalis germina en un rango de temperaturas que va desde 2 a 20 °C con un óptimo de alrededor de 7 °C (Holm *et al.*, 1997). Presenta un banco

de semillas persistentes en el suelo. En diferentes estudios se encontraron algunas semillas capaces de germinar luego de 20 años de entierro con una tasa de germinación anual menor al 1% (Chancellor, 1986). Roberts y Feast (1972) encontraron luego de 6 años de entierro una reducción de 20-26 % del banco de semillas por año.

El grado de compactación de los suelos es un factor importante en la emergencia de las malezas (Pareja y Staniforth, 1985), y también puede afectar el crecimiento y desarrollo vegetal de algunos cultivos sembrados en la zona (Venanzi *et al.*, 2004). Se han observado aumentos en la densidad aparente de la capa superficial de los suelos bajo sistemas de siembra directa durante algunos años (Vidal y Costa, 1998). Este efecto aumentaría aun más en un sistema mixto agrícola - ganadero debido al pisoteo animal (Moran *et al.*, 2000). El aumento en la densidad aparente de los suelos (DA) podría modificar la dinámica de emergencia de las malezas en los suelos de la región. *Polygonum convolvulus*, una maleza común en la región, disminuyó drásticamente su emergencia de 80 % a 1% cuando se paso de compactaciones de 1,3 a 1,5 g. cm³ (San Román y Fernández, 1993). Tanto Roberts y Feast (1972), como Vanhala y Pietola (2003) encontraron que el crecimiento de *F. officinalis* fue estimulado en suelos que habían tenido labranzas durante años, al comparárselo con suelos no removidos. Estudios realizados en Australia indican que luego de 3-4 años de no remoción de suelo, la infestación de *Fumaria spp.* disminuía notablemente (Heenan *et al.*, 1994).

2.2. HIPÓTESIS

2.2.1. Hipótesis 1: Las labranzas de otoño, que se efectúan en presiembra del cultivo de trigo, promueven la emergencia de *F. officinalis* al modificar la temperatura y humedad edáfica.

2.2.2. Hipótesis 2: El compactado de suelo disminuye la emergencia de *F. officinalis*.

2.3. OBJETIVOS:

Estudiar el patrón de emergencia de *F. officinalis* en cultivos de trigo de la región sur y sudoeste bonaerense en relación a algunos parámetros ambientales, así como la influencia que sobre el proceso tienen los siguientes factores:

- a) Remoción de suelo (Exp. 1 y 2)
- b) Profundidad de entierro de las semillas (Exp. 2, 3 y 4)
- c) Compactación de suelo (Exp. 5)

2.4. MATERIALES Y MÉTODOS

2.4.1. Experimento 1: *Efectos de una labor de remoción del suelo*

El experimento se desarrolló durante el año 2005 en la localidad de Nicolás Levalle (Partido de Villarino) en un lote con alta infestación de *F. officinalis* con una historia de varios años de un manejo trigo – pastoreo de rastrojo - trigo. Se delimitó un área aproximada de 200 m² dividida en dos

subáreas en las cuales una fue removida con un arado de discos a una profundidad 10 -15 cm y otra (sin remoción) que se desmalezó manualmente el terreno.

En cada subárea se empleo un diseño completamente aleatorizado, con cuatro repeticiones. Las unidades experimentales fueron marcos permanentes de 1 m² colocados en el mes de marzo, en donde se realizaron conteos de emergencia de la maleza durante el año.

Se efectuaron dos tratamientos: a) emergencia en un lote sin remoción de suelo, y b) emergencia en un lote con remoción en el mes de marzo. Se realizaron conteos destructivos semanales de la emergencia desde el 1 de marzo hasta el 30 de noviembre.

Los datos de la emergencia acumulada para cada mes y en cada suelo se transformaron a raíz cuadrada para mantener la homocedasticidad y normalidad en el análisis de la varianza. Las medias se compararon mediante test de Tukey ($p \leq 0,05$).

Se midieron las precipitaciones en la estación meteorológica de N. Levalle perteneciente a la Estación Experimental INTA Ascasubi.

2.4.2. Experimento 2: Efecto de dos remociones de suelo

En el año 2006 en un lote con alta infestación de la maleza en la localidad de Nicolas Levalle, se delimitó un área de 250 m². Se dispusieron

marcos de 1 m² en bloques al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos a evaluar fueron: a) una remoción en el mes de marzo, b) dos remociones en los meses de marzo y junio, y c) sin remoción. La remoción se realizó con una pala a 12-15 cm de profundidad simulando la labor realizada por un arado de discos.

Se realizaron conteos destructivos semanales de la emergencia de la especie durante el año (marzo-noviembre) y se evaluó la emergencia acumulada durante el año.

Se realizó una estimación del banco de semillas del suelo (siguiendo el protocolo de Forcella *et al.*, 2004) mediante dos muestreos efectuados en marzo y diciembre con un muestreador de 10 cm de diámetro a dos profundidades 0-5 cm y 5-10 cm, con 6 repeticiones.

Los datos de emergencia acumulada sin transformar fueron modelados en función de la acumulación de unidades de tiempo térmico (d°C). Se evaluó el ajuste de distintos modelos de regresión no lineal (weibull, gompertz, gaussiano). Se utilizó una temperatura base de germinación de 2°C (Holm *et al.* 1997).

Las precipitaciones se midieron en la estación meteorológica de N. Levalle perteneciente a la Estación Experimental INTA Ascasubi.

2.4.3. Experimento 3: Efecto de dos profundidades de entierro de las semillas.

En el mes de enero, de 2007, siguiendo un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. Se estableció un ensayo en un lote destinado al cultivo de avena en la EEA Bordenave (INTA) sobre un área de 200 m² que se desmalezó manualmente. Las unidades experimentales fueron cuadrantes de 1 m² y los tratamientos: a) emergencia de la maleza enterrada a 1cm y b) emergencia de las semillas enterradas a 5 cm. En cada unidad experimental se enterraron 1000 semillas de *F. officinalis*.

Las semillas fueron recolectadas luego de su dehiscencia natural con una aspiradora manual, en diciembre de 2006 en un lote de alta abundancia de la maleza en el partido de Villarino.

Se realizaron mediciones de la emergencia semanalmente durante los meses de abril a noviembre inclusive.

Mediante instrumental (Thermochron Ibuttons Data Logger) ubicado en el suelo se midió en forma seriada la temperatura a las dos profundidades. El porcentaje de humedad del suelo se midió semanalmente a una profundidad de 0 - 5 cm con el método gravimétrico, que resulta de la diferencia entre el peso del suelo en el momento del conteo de emergencia y el peso del suelo seco (dos días en estufa de secado a 60 °C).

Los datos de la emergencia acumulada final se transformaron a raíz cuadrada para mantener la homocedasticidad y normalidad en el análisis de la varianza. Las medias se compararon mediante test de Tukey ($p \leq 0,05$).

2.4.4. Experimento 4: Efecto de 4 profundidades de entierro de las semillas.

El ensayo se llevo a cabo en la EEA Bordenave dentro de un área de 10 m² protegida en los laterales con telas tipo “media sombras plásticas”. En dieciseis macetas de 20 cm de diámetro y 25 cm de profundidad que fueron llenadas con suelo de textura franco-limosa de la EEA Bordenave, se enterraron 50 semillas de *F. officinalis* en cada nivel de profundidad, evaluándose los siguientes tratamientos: a) 1cm, b) 5cm, c) 10 cm y c) 17 cm.

El diseño fue en bloques al azar con cuatro repeticiones en donde cada maceta correspondió a una unidad experimental, y se realizaron conteos semanales destructivos de la emergencia de la maleza durante 150 días.

Las macetas se mantuvieron con humedad no limitante para la germinación durante todo el ensayo.

Los datos de la emergencia acumulada final se transformaron a raíz cuadrada para mantener la homocedasticidad y normalidad en el análisis de la varianza. Las medias se compararon mediante test de Tukey ($p \leq 0,05$).

2.4.5. Experimento 5: Efecto de la compactación de suelo.

El experimento se realizó en macetas de PVC de 10 cm de diámetro y 16 cm de altura, rellenas con suelo de textura franco-limoso del campo

experimental de Bordenave (INTA). Cada maceta se sembró con 50 semillas de *F. officinalis* a 5 cm de profundidad. Posteriormente, mediante una prensa hidráulica, se simuló una compactación de suelo equivalente a las Densidades Aparentes (DA) de 1 Mg. m⁻³, 1,3 Mg. m⁻³ y 1,7 Mg. m⁻³. Estos valores simularon compactaciones registradas normalmente a campo en la región (Vidal y Costa, 1998).

En el mes de mayo, las macetas fueron enterradas en un área delimitada de 25 m² de un lote del campo experimental y dispuestas en bloques al azar con cuatro repeticiones. El ensayo se mantuvo con humedad mediante riegos periódicos. Se midió la emergencia de plántulas durante 150 días.

Los datos de la emergencia acumulada final se transformaron a raíz cuadrada para mantener la homocedasticidad y normalidad en el análisis de la varianza. Las medias se compararon mediante test de Tukey ($p \leq 0,05$).

2.5. RESULTADOS

2.5.1. Experimento 1: *Efectos de una labor de remoción del suelo.*

Los resultados del Exp. 1 en el año 2005 (Fig. 2.1) indican que la emergencia de las plántulas en el suelo que recibió una labranza en marzo comienza en el mes de mayo y finaliza en septiembre, en cambio en el suelo sin disturbar la emergencia está sensiblemente desplazada, comienza en mayo y termina en octubre.

El pico máximo de emergencia se produjo en julio en el suelo con labranza y se produjo en agosto en el suelo sin labranza (Tabla 2.1.)

En el año 2005 se produjeron las mayores precipitaciones en los meses de mayo y septiembre, las primeras favorecieron sensiblemente la emergencia de las plántulas con labranza y las lluvias de septiembre a las del suelo sin labranza. En mayo emergió un 17 % de la emergencia total en suelo con labranza y un 7 % en suelo sin labranza, y en los meses de septiembre-octubre emergió un 2% en suelo con laboreo y un 19% en suelo sin laboreo.

En la Tabla 2.1. se observa que en el suelo con laboreo la emergencia del mes de julio fue significativamente mayor que la de los demás meses. La emergencia de agosto fue inferior a la de julio pero superior a mayo y junio. En septiembre y octubre fue muy baja. En el suelo sin laboreo el porcentaje de emergencia de agosto fue significativamente mayor que en los demás meses, seguido por el de julio que también mostró diferencias con los demás. Las emergencias en junio y septiembre no se diferenciaron entre ellas pero si lo hicieron respecto a otros meses y tanto mayo como octubre se diferenciaron entre si y con los demás.

Las precipitaciones totales para el período en estudio del año 2005 fueron de 223, 5 mm.

2.5.2. Experimento 2. Efecto de dos remociones de suelo.

La Fig. 2.2. muestra como el disturbio de suelo estimuló la emergencia en el año 2006, respecto al tratamiento sin remoción. En efecto, la emergencia acumulada total fue de 512 pl.m⁻² para el tratamiento con un laboreo, y 185 pl.m⁻² para el tratamiento sin remoción.

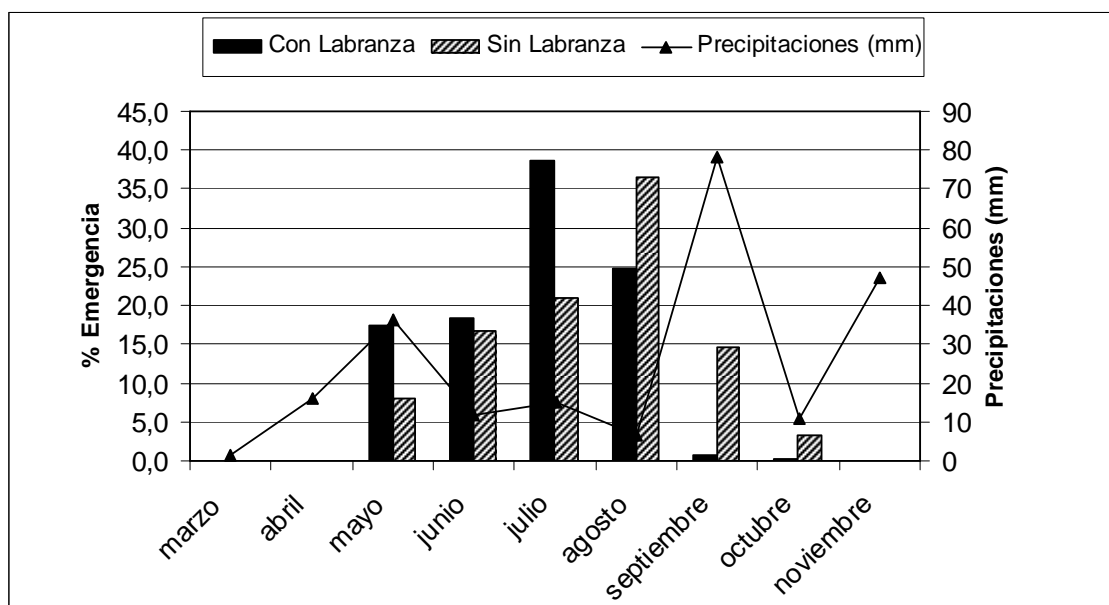


Fig. 2.1. Patrón de emergencia de *Fumaria officinalis* en el año 2005 (Exp. 1).

Tabla 2.1. Emergencia mensual (pl.m⁻²) de *F. officinalis* año 2005 (Exp.1). *Letras distintas indican diferencias significativas dentro de cada columna ($p \leq 0,05$)

<u>Mes</u>	<u>Plantulas .m⁻²</u>	
	<u>Laboreo</u>	<u>Sin Laboreo</u>
Mayo	68 c	32 d
Junio	72 c	64 c
Julio	152 a	80 b
Agosto	96 b	144 a
Septiembre	2,4 d	56 c
Octubre	1d	12 e

El segundo laboreo pareció incrementar aun más el total de plántulas emergidas, aunque el análisis estadístico no diferenció significativamente los tratamientos ($p>0,05$) con una y dos labranzas.

En el año 2006 se produjeron tres picos de precipitaciones bien marcados: abril, julio y octubre (Fig.2.2.). En términos relativos, la lluvia de abril pareció favorecer mas la emergencia de *F. officinalis* en suelos removidos, mientras que las de julio provocaron un mayor incremento relativo en el suelo sin remover. Las precipitaciones de octubre no parecieron tener mayor influencia en la emergencia en ninguna condición de suelo. La lluvia total fue 200,5 mm para los meses de estudio durante el año 2006.

El modelo que mejor se ajustó fue el de Gauss. En la Fig. 2.3. se observa que la emergencia se extendió hasta aproximadamente 2000000 grados día ($^{\circ}\text{dC}$). Para obtener un 75 % de emergencia se necesitaron 103501 $^{\circ}\text{dC}$ con labranza en marzo y junio, 122821 $^{\circ}\text{dC}$ para labranza solamente en junio y 150422 para el tratamiento sin labranza (Tabla 2.2).

En la Tabla 2.3. se indican los registros del banco de semillas del suelo que debido a la alta variabilidad de los datos no permitieron determinar diferencias significativas ($p>0,05$) entre los tratamientos evaluados. La distribución agregada que normalmente presentan las semillas de las malezas en el suelo (Wiles y Schweizer, 1999) fue probablemente la causa de la gran variabilidad espacial. Un promedio general de las 8 determinaciones realizadas reveló que el banco poseía aproximadamente 2500 semillas por m^2 .

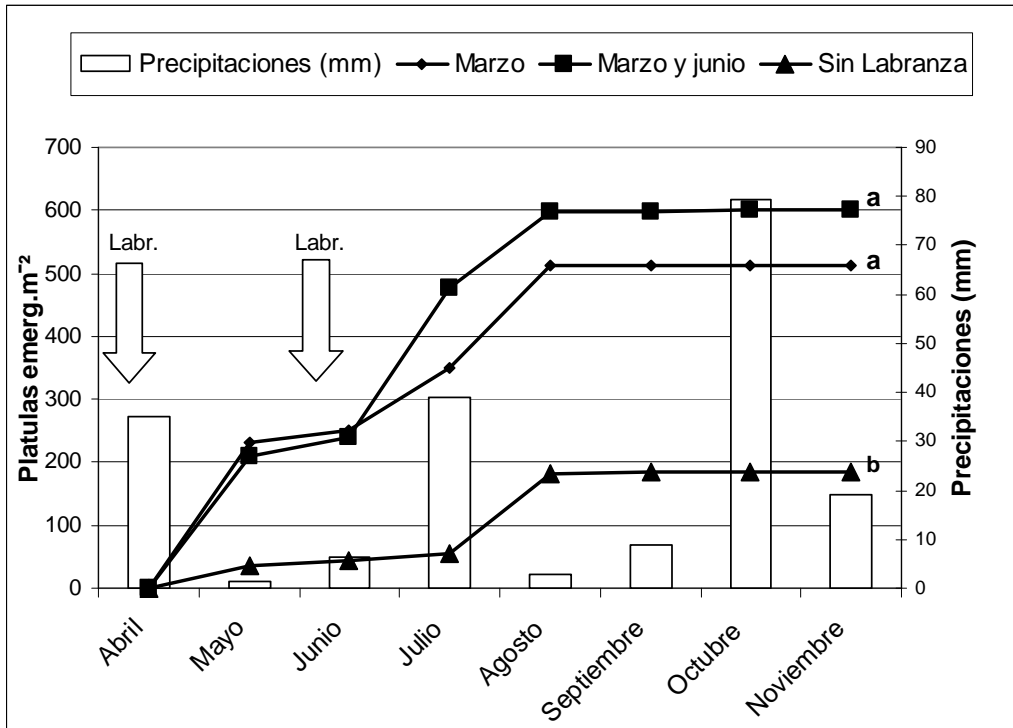


Fig. 2.2. Efecto de las labranzas sobre la emergencia de *F. officinalis* (Exp.2). *Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

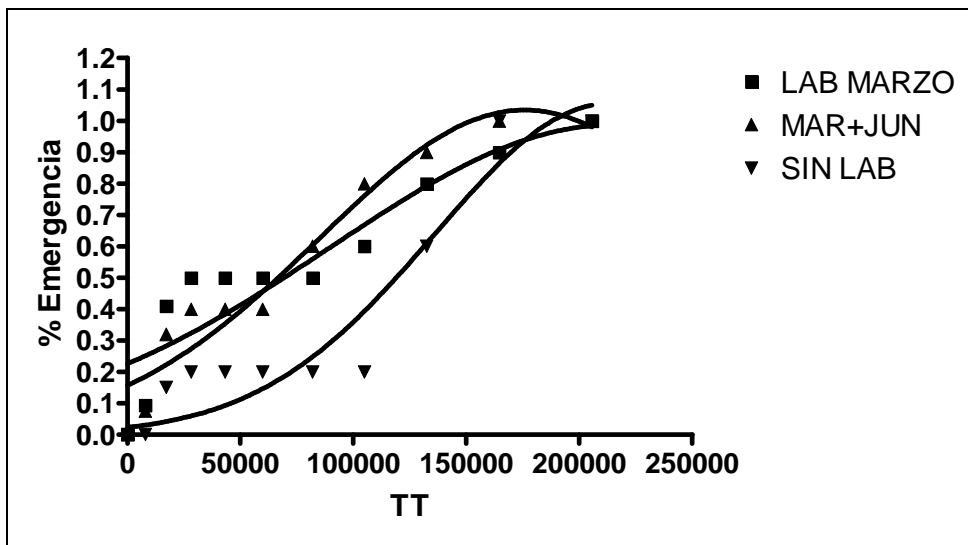


Fig. 2.3. Modelo de emergencia de *F. officinalis* para distintas labranzas en función del tiempo térmico (Exp.2). R^2 : Lab Marzo:0.84; Mar+Jun: 0.94; Sin Lab: 0.91.

Tabla 2.2. % de Emergencia de *F. officinalis* en función de la acumulación de tiempo térmico (Exp.2)

%Emergencia	Tiempo Termico °Cd		
	Lab. Marzo	Marzo+Jun	Sin Lab
25%	8280	23460	82801
50%	70381	67621	120061
75%	122821	103501	150422

Tabla 2.3. Banco de semillas de *F. officinalis* (Exp. 2) . Los valores indican las medias y el desvío estandar de seis muestras tomadas en cada sitio.

	Con Labranza (semillas .m ⁻²)		Sin labranza (semillas .m ⁻²)	
	inicial	final	inicial	final
0-5 cm	3715 ± 1073	3057 ± 1395	2633 ± 1753	2081 ± 858
5-10cm	2633 ± 2134	2590 ± 652	1189 ± 520	2399 ± 791

2.5.3 Experimento 3: Efecto de dos profundidades de entierro de las semillas.

En el Exp. 3 (Fig. 2.4.) se observa que el patrón de emergencia se ve modificado al enterrar las semillas en las dos profundidades. Las semillas colocadas a 5 cm comenzaron a emerger en mayo y culminaron en octubre, con un pico máximo en mayo. En cambio, la semilla a 1cm comenzó a emerger en mayo con una menor tasa que en profundidad y continuó hasta noviembre teniendo su pico máximo en octubre. Las precipitaciones fueron casi nulas entre los meses de mayo y agosto inclusive, y la lluvia de septiembre probablemente provocó la gran emergencia de las semillas enterradas superficialmente. (Fig. 2.4.)

Este experimento mostró que la emergencia acumulada de las semillas enterradas a 5 cm fue superior que aquellas localizadas a 1 cm de profundidad. Las fluctuaciones térmicas (Fig. 2.5.) fueron claramente superiores en la superficie (1 cm) que a profundidad, mostrando una diferencia promedio entre mín. y máx. a final del experimento de 16,3 ° C a 1cm y 8,5 ° C a 5 cm.

La lluvia recibida en abril favoreció solamente la emergencia de las semillas enterradas a 5 cm. La escasez hídrica fue muy marcada en los meses de mayo, junio, julio y agosto. Como se observa a través de los datos de humedad y precipitaciones en las barras de la Fig. 2.4., se produjeron importantes lluvias de septiembre y octubre. Esto se tradujo en una mayor humedad en el perfil, que habría estimulado marcadamente la emergencia de las semillas enterradas a 1 cm en los meses de en octubre y noviembre.

Con respecto al banco artificial de semillas incorporado, se observó que de las semillas enterradas a 5 cm emergió un 7,2 % del total y un 2,7 % de las enterradas a 1 cm.

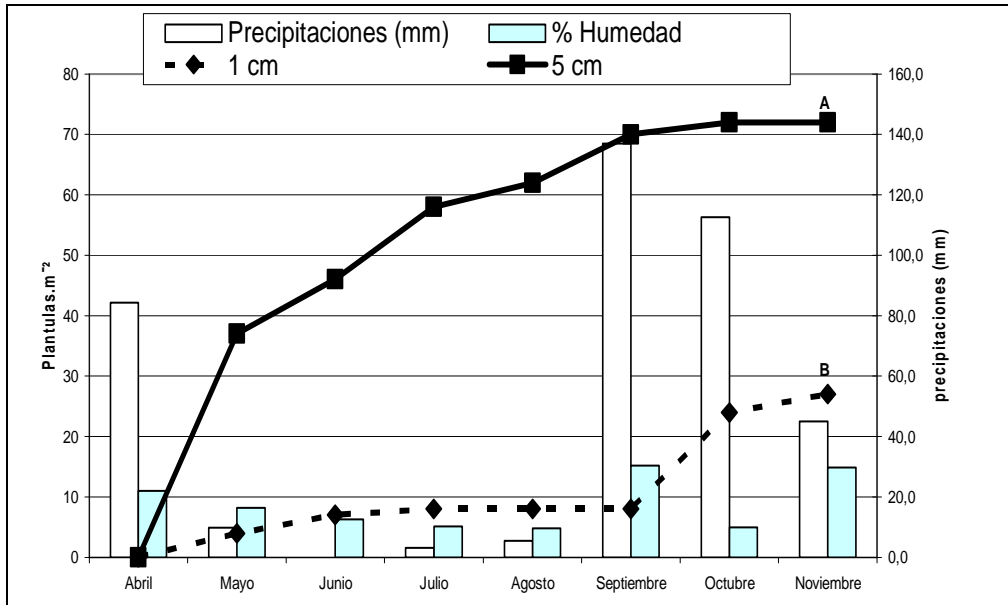
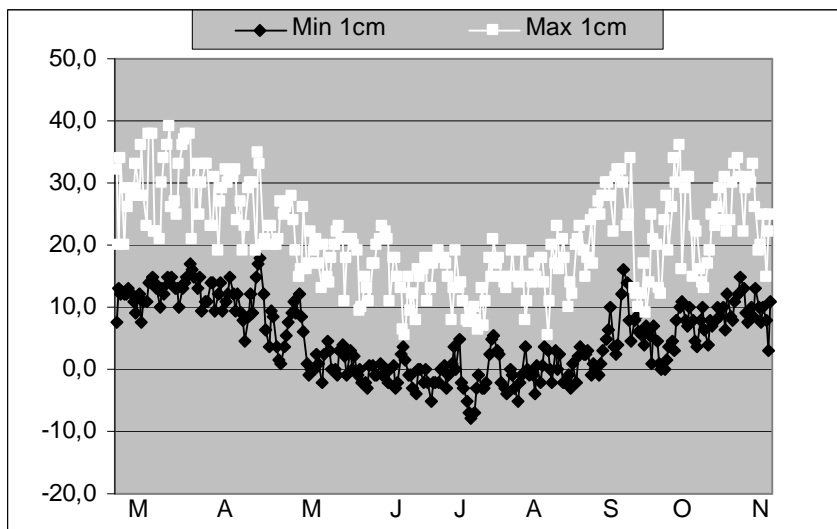


Fig. 2.4. Emergencia anual de *F. officinalis* a dos profundidades. (Exp. 3)

*Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en la emergencia acumulada final.

a)



b)

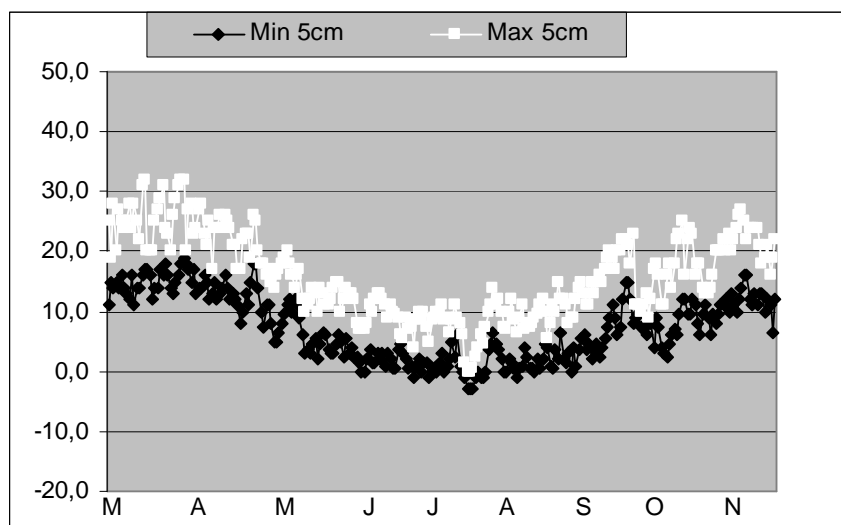


Fig. 2. 5. Temperaturas máximas y mínimas de suelo: a) 1 cm de profundidad y b) 5 cm de profundidad. (Experimento 3)

2.5.4. Experimento 4: Efecto del entierro de semillas en 4 profundidades de suelo.

Los resultados del Experimento 4 indican que la emergencia de *F. officinalis* disminuyó con el incremento de la profundidad de siembra (Fig. 2.6). La emergencia acumulada final mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las semillas enterradas a 17 cm versus enterradas a 1 y 5 cm.

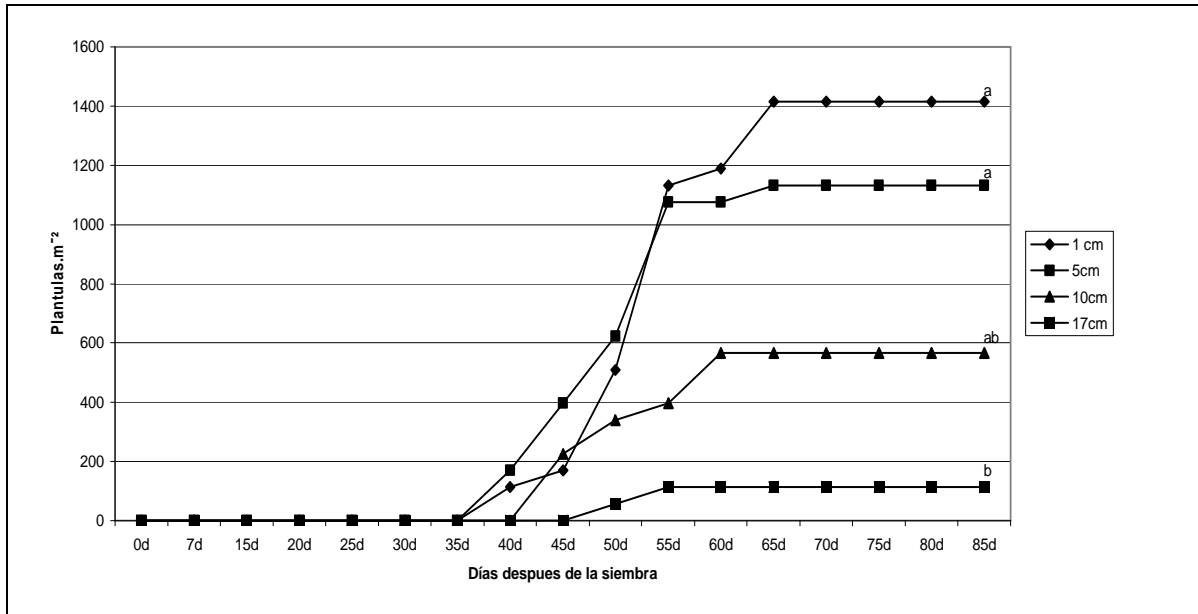


Fig. 2.6. Efecto del enterrado de semilla sobre la emergencia. (Exp. 4) Letras iguales indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0.05$) en la emergencia acumulada final.

2.5.5. Experimento 5: Efecto de la compactación de suelo.

Los resultados sugieren que la compactación de suelo influye marcadamente en la emergencia de *F. officinalis* (Fig. 2.7). Si bien la emergencia acumulada en la DA de 1 Mg. m^{-3} fue superior a la de $1,3 \text{ Mg. m}^{-3}$, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$). En cambio, la compactación de $1,7 \text{ Mg. m}^{-3}$ directamente anuló la emergencia de las plántulas en esas macetas.

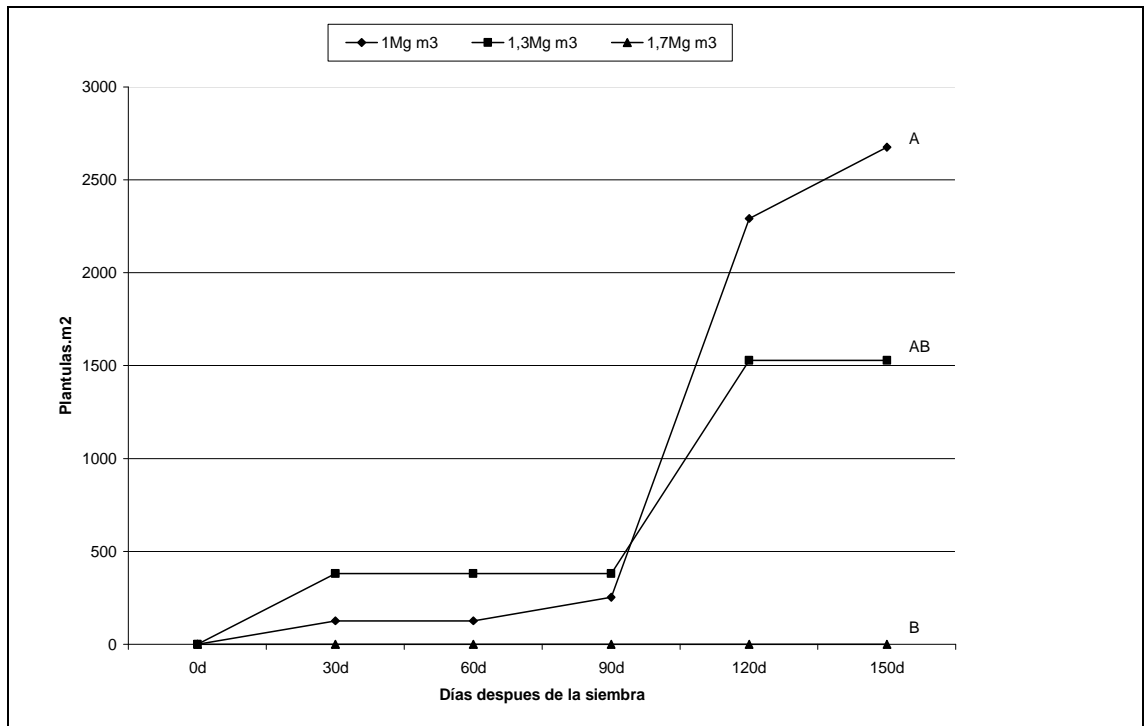


Fig. 2.7. Efecto de la compactación de suelo sobre la emergencia de la maleza. (Exp. 5) * Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en la emergencia acumulada final.

2.6. DISCUSIÓN

El patrón de emergencia de *F. officinalis* en el sudoeste bonaerense podría definirse claramente como otoño-invierno-primaveral. Dentro de este patrón, las remociones de suelo pueden modificar sustancialmente la emergencia. Así, en los tres años de estudio la emergencia se produjo en los meses de abril a agosto en un sistema con labranzas otoñales y de mayo a octubre en sistemas sin remoción de suelo (Fig. 2.1., 2.2., y 2.3.).

En sistemas de labranza otoñal la emergencia se concentró en los meses de mayo, junio y julio (2005: 75% de la emergencia total se produjo en esos meses, en 2006: 70 %, y 2007: 78%) coincidiendo con el inicio de la época de siembra del cultivo de trigo en esta región. En otros países como Finlandia, el pico máximo de emergencia de *F. officinalis* se produce en mayo y principios de junio (fines de la primavera); mientras que en Italia central la mayor emergencia se produce en primavera (Ervio, 1981).

El patrón de emergencia a lo largo del año en la región de estudio se vio fuertemente influenciado por la estacionalidad de las precipitaciones. En los años 2005 (Exp.1) y 2006 (Exp. 2) en N. Levalle las precipitaciones fueron muy escasas (223,5 mm y 200,5 mm, respectivamente), concentrándose fundamentalmente en otoño y en primavera como históricamente ocurre en la región. En la Fig. 2.1. las lluvias de otoño estuvieron asociadas a una mayor emergencia de la maleza en suelos disturbados y las de fines del invierno en mayor medida a las de suelo sin disturbar. Esto podría deberse a una mayor velocidad de penetración del agua en suelos recientemente disturbados.

Coincidiendo con Roberts y Feast (1972) las labranzas de otoño estimularon la emergencia de *F.officinalis* en el campo. En el Exp. 2 la emergencia acumulada total fue de 185 plántulas. m⁻² en suelo sin labranza, pero de 512 y 600 plántulas.m⁻² en suelo disturbado una y dos veces respectivamente (Fig. 2.2). También puede visualizarse en la Fig. 2.3 en donde el suelo sin labranza necesitó una acumulación de 150420 d°C para lograr un 75 % de emergencia, mientras que 122820 y 103500 para el suelo con una y dos labranzas, esto podría deberse a una estimulación de germinación por la

luz (Murrumbidge, 2008). Los resultados de los Exp. 1 y Exp.2 sugieren que la remoción de suelo estimula la emergencia de esta especie, siendo siempre influenciado por las precipitaciones recibidas.

En el Experimento 3 (2007), durante el invierno no hubo precipitaciones (Fig. 2.4.) y solamente fueron capaces de emerger las semillas enterradas a 5 cm. Las lluvias de septiembre y octubre estimularon la emergencia de la cohorte de plántulas provenientes de las semillas a 1 cm. Las fluctuaciones térmicas diarias fueron claramente superiores en la superficie, mostrando una amplitud térmica promedio a final del experimento de 16,3 °C a 1cm y 8,5 °C a 5cm (Fig. 2.5.), como lo observado en otros estudios (ver por ejemplo Faccini y Vitta, 2007). Una mayor amplitud térmica diaria ha sido generalmente señalada como estimulante de la germinación en otras especies (Baskin y Baskin, 1998). Sin embargo, en el caso de *F. officinalis* resulta poco probable que este factor tenga gran influencia dado la baja emergencia en semillas localizadas más superficialmente en condiciones de campo. Es probable en cambio que la escasez hídrica haya sido más notable en superficie que a 5 cm de profundidad, y que ésta sea la causa de la menor emergencia registrada en semillas enterradas a 1 cm. Como se observa en la Fig. 2.4, las importantes lluvias de septiembre- octubre, que se tradujeron en una mayor humedad en el perfil, podrían ser la causa fundamental del aumento de emergencia registrado en octubre y noviembre.

Muchos trabajos indican como decrece la emergencia de las malezas a medida que la semilla se encuentra más enterrada (Milberg *et al.*, 2000), hasta hacerse prácticamente nula a una profundidad de 12 cm (Benvenuti *et al.*, 2001). Las semillas de *F. officinalis* tendrían capacidad para permitir la

emergencia de plántulas desde mayores profundidades. Si bien la emergencia fue claramente mayor desde los primeros cinco cm, no fue posible diferenciarla estadísticamente de la registrada desde 10 cm. A los 17 cm la emergencia fue muy baja o casi nula (Fig 2.6). Las herramientas de labranza más utilizadas en la región de estudio, ya sea arado de discos o rastra de discos, podrían enterrar las semillas hasta una profundidad no mayor a los 15 cm.

La compactación del suelo normalmente es producida a campo por la asociación de sistemas de cultivo basados en la no remoción del suelo y planteos ganaderos (Venanzi *et al.*, 2002 b). Los resultados del Exp. 5 sugieren que este factor influyó en la emergencia de *F. officinalis* (Fig.2.7). Griffith *et al.*, (1977) indican que valores de DA entre 1,4 y 1,7 Mg. m⁻³ resultan críticos para el crecimiento de algunos cultivos. San Román y Fernández (1993) observaron que la emergencia de *P. convolvulus* resultó casi anulada con una compactación de 1,5 Mg. m⁻³. En *F. officinalis*, una compactación moderada (1,3 Mg. m⁻³) disminuyó en un 40% la emergencia, y directamente la especie no emergió a una DA de 1,7 Mg. m⁻³ (Fig. 2.7.). Estos últimos valores de compactación son observados comúnmente en los lotes de producción del sur de la provincia de Buenos Aires, cuando luego de la cosecha de trigo los lotes se dejan en descanso, con la entrada de animales a pastoreo y sin remover el suelo hasta el año siguiente. La emergencia de esta especie en esos lotes disminuye drásticamente (Sr. Ruben Demarchi, Agricultor del partido de Villarino, comunicación personal).

Las dos hipótesis planteadas al comienzo de este capítulo estarían aceptadas: el patrón de emergencia de *F. officinalis* se vió modificado por las labranzas otoñales y la compactación del suelo disminuyó su emergencia.

La menor emergencia de esta especie en suelos sin disturbar estaría explicada por la compactación del suelo debido al pisoteo de los animales y a la falta de humedad en la superficie de suelo debido a las escasas precipitaciones durante el invierno en esta región. Así, también en sistemas agrícolas sin rotación ganadera podría inferir una menor emergencia en suelos compactados por uso continuo del sistema de siembra directa (Vidal y Costa, 1998). Como se ha visto en otras especies latifoliadas anuales (Puricelli y Tuesca, 1997; San Román y Fernández, 1993), *F. officinalis* tendería a reducir su densidad en sistemas de labranza mínima o siembra directa.

CAPÍTULO III

COMPETENCIA ENTRE *Triticum aestivum* Y *Fumaria officinalis*: EFECTOS DEL MOMENTO DE EMERGENCIA RELATIVO CON EL CULTIVO, LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y LA DENSIDAD DE LA MALEZA

3.1. INTRODUCCIÓN

En líneas generales, se puede afirmar que en estadios tempranos del cultivo de trigo (desde la siembra hasta 2-3 hojas), la competencia de las malezas produce mayores perjuicios que en estadios tardíos (Catullo e Istilart, 1983). A manera de ejemplo, en el centro de la provincia de Buenos Aires, ensayos de control químico de malezas en etapas tempranas del cultivo, reflejaron un aumento del 15 % en el rendimiento respecto a controles químicos realizados en el estado de macollaje (González Montaner y Mailland, 1990).

Como se estudió en el Capítulo II, la emergencia de *F. officinalis* en la región sur y sudoeste de la provincia de Buenos Aires se extiende principalmente hasta el mes de agosto en siembra convencional, desplazándose hasta septiembre-octubre en sistemas sin remoción de suelo. El pico más importante de emergencia se produce en otoño, coincidiendo generalmente con la etapa de siembra e implantación de los cultivos de trigo de la región en estudio.

El momento relativo de emergencia de las malezas respecto al cultivo juega un rol muy importante en la competencia y ha sido estudiado por varios autores en distintos cultivos y malezas (Zimdahl, 1988; Berti *et al.*, 1996). Por

ejemplo, estudios realizados en cebada demuestran que un retraso de 12 días en la emergencia del cultivo produjo una fuerte dominancia de *Chenopodium album* (Hakanson, 2003).

El grado de competencia entre cultivos y malezas suele modificarse por las condiciones ambientales, de forma tal que un cambio en las condiciones externas puede favorecer o perjudicar en alguna dirección a las malezas o al cultivo. A la hora de analizar el proceso de competencia entre dos plantas, es muy importante determinar cuáles son los recursos más limitantes en el medio y que, por lo tanto, serán objeto de una competencia más intensa. Por ejemplo, en los cultivos hortícolas de regadío suele haber un amplio suministro de agua y nutrientes, por lo que es previsible que la luz sea el factor predominante en la competencia. Por el contrario, en cultivos de secano el factor limitante para el desarrollo del cultivo suele ser el agua y nutrientes, por lo que dicho recurso será el objeto principal de competencia (García Torres y Fernández Quintanilla, 1991).

El agregado de fertilizantes nitrogenados mejora la producción de los cereales, pero a su vez en muchos casos puede incrementar proporcionalmente más el crecimiento de las malezas, sobre todo en especies anuales (Hakanson, 2003). Según estudios realizados a campo en el sur de Australia, *F. officinalis* responde fuertemente a la fertilización nitrogenada con un gran incremento en su crecimiento y desarrollo afectando seriamente la producción de los cereales (Moerkerk, 1999).

Las malezas de ciclo anual suelen presentar una gran cantidad de plántulas por unidad de área, lo que provoca una fuerte reducción de la disponibilidad de agua, nutrientes y luz para los cultivos. Por ello, la densidad de la maleza resulta ser un factor importante a tener en cuenta a la hora de estudiar la competencia cultivo-maleza (Ross y Lembi, 1985). El efecto competitivo de las malezas es menor a densidades bajas y aumenta a medida que aumenta el número de plantas por unidad de superficie (Gallandt y Weiner, 2007). Sin embargo, a densidades altas las malezas tienden a alcanzar un máximo o un efecto competitivo de saturación, y muchos campos agrícolas contienen cantidades de semillas de malezas que aseguran densidades de saturación todos los años (Dawson, 1977). Dentro de un esquema de manejo sustentable de malezas es necesario utilizar umbrales de daños como estrategia para reducir el uso de herbicidas (Sarandón, 2002). Es probable que disminuyendo las densidades de las malezas con algún tipo de manejo o control puedan convivir maleza y cultivo sin afectar la producción.

La habilidad competitiva se puede definir como la capacidad de una especie para capturar recursos limitantes cuando crece en mezclas con otras especies y puede modificarse por las condiciones del ambiente (Satorre, 1988). Para evaluar la competencia de las malezas con los cultivos se han utilizado distintos índices matemáticos (Weigelt y Jolliffe, 2003). Uno de ellos es el índice de agresividad (Snaydon y Satorre, 1989), el cual mide la habilidad competitiva de un cultivo respecto a una maleza. Este índice se puede medir a través de diseños de tipo aditivos donde la densidad del cultivo se mantiene constante variando la densidad de la maleza. La agresividad involucra el estudio de la intensidad de competencia y la habilidad competitiva de cada

especie en particular, y se calcula generalmente con la biomasa de la plantas creciendo en monoculturas y en mezclas (Weigelt y Jolliffe, 2003). Un índice de agresividad de cero, indica que los componentes de la competencia tienen igual habilidad competitiva, si es positivo la agresividad será mayor para el cultivo y si es negativo la agresividad será mayor para la maleza. Por ejemplo, Puricelli et. al (2003), estudiando la competencia *Glycine max* – *Anoda cristata* determinaron valores del índice de agresividad de entre 0,02 y 0,74, dependiendo de la densidad de la maleza y el arreglo espacial del cultivo.

3.2. HIPOTESIS

3.2.1. Hipótesis 1: *F. officinalis* se comporta como eficiente competidor de *T. aestivum* en la absorción de nitrógeno del suelo. Así, la utilización de fertilizantes nitrogenados favorecería a la maleza en la competencia frente al cultivo.

3.2.2. Hipótesis 2: La emergencia temprana de *F. officinalis* incrementa la competencia con *T. aestivum* en sus primeros estadios. La siembra anticipada del cultivo favorecería a éste en a la competencia con la maleza.

3.2.3. Hipótesis 3: Los efectos competitivos de *F. officinalis* en el cultivo de *T. aestivum* se manifiestan cuantitativamente sólo cuando las densidades de la maleza son altas.

3.3. OBJETIVOS:

Estudiar los efectos competitivos que ejerce la maleza *F. officinalis* sobre el cultivo de trigo en el sur y sudoeste bonaerense evaluando el efecto que tiene en dicho proceso la fertilización nitrogenada, el momento de emergencia relativo y la densidad de la maleza.

3.4. MATERIALES Y MÉTODOS

A los efectos de responder las hipótesis planteadas, se evaluaron tres experimentos a campo y dos bajo condiciones semicontroladas.

3.4.1. Experimento 1: *Efectos de la fertilización nitrogenada en la competencia entre *F.officinalis* y *T. aestivum*, con dos densidades de la maleza en un lote de baja fertilidad.*

Sobre un lote comercial para cultivo de trigo altamente infestado con la maleza en el partido de Villarino, en el año 2005 se sembró el cultivo con una sembradora convencional (Agrometal ®) de 17,5 cm de distancia entre hileras y a una densidad esperada de 250 plantas.m⁻².

Se delimitó un área de de 100 m², donde se estableció un ensayo en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El diseño fue de tipo factorial en donde los factores fueron: a) densidad de la maleza (120 pl.m⁻², 60 pl.m⁻² y 0 pl.m⁻²) y b) con y sin el agregado de fertilizante nitrógeno (0 kg.Ha⁻¹ y 120 kg.Ha⁻¹ Urea en macollaje del cultivo). Se establecieron parcelas de 1 m² y los tratamientos fueron: a)120 pl.m⁻² de *F.officinalis* sin fertilizante, ai) 60

pl.m⁻² de *F.officinalis* sin fertilizante, aiii) 0 pl.m⁻² de *F. officinalis* sin fertilizante
b) 120 pl.m⁻² de *F.officinalis* con fertilizante, bi) 60 pl.m⁻² de *F.officinalis* con fertilizante, biii) 0 pl.m⁻² de *F.officinalis* con fertilizante.

Las densidades de la maleza se mantuvieron mediante raleos semanales.

El fertilizante se aplicó en estado de macollaje del cultivo (Zadoks 22) a razón de 120 kg.Ha⁻¹ de UREA (46 % N).

En el estado de espigazón del cultivo se midió la biomasa y la altura del cultivo y la maleza; al final del ciclo se evaluó el rendimiento en granos del cultivo y la producción de semillas de la maleza. Los datos de biomasa y rendimiento se transformaron mediante logaritmo natural y los de producción de semillas por raíz cuadrada para satisfacer los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Luego se evaluaron mediante análisis de la varianza y las medias se compararon con test de Tukey ($p \leq 0,05$).

Un análisis de suelo realizado en el lote antes de la siembra del cultivo reveló un pH de 6,9; 16 ppm de fósforo disponible; 1,62 % de materia orgánica (MO) y una textura franco-limoso. El bajo % de MO (<2%), refleja que se trata de un suelo de baja fertilidad.

3.4.2. Experimento 2. *Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la competencia con *T. aestivum* en un lote de alta fertilidad.*

En un lote de la EEA Bordenave libre de malezas, se sembró en el año 2006 trigo Biointa 3000 con sembradora experimental (HEGE ®) a una distancia entre hileras de 17,5 cm y a una densidad esperada de 250 pl.m². Se establecieron parcelas de 1 m² con un diseño en bloques al azar y cuatro repeticiones. Los tratamientos propuestos fueron: a) *T. aestivum* sin competencia de *F. officinalis* y sin fertilizante, b) *T. aestivum* sin competencia de *F. officinalis* y con fertilizante, c) *T. aestivum* en competencia de *F. officinalis* y sin fertilizante, d) *T. aestivum* en competencia de *F. officinalis* y con fertilizante, e) *F. officinalis* sin *T. aestivum* y sin fertilizante y f) *F. officinalis* sin *T. aestivum* con fertilizante.

Para lograr una emergencia conjunta, la semilla de la maleza se sembró 30 días antes que el cultivo a 2 cm de profundidad. La densidad de plántulas establecidas de *F. officinalis* fue de 100 pl.m² y se mantuvo constante mediante raleos periódicos durante todo el experimento.

El fertilizante se aplicó en estado de macollaje del cultivo (Zdk 21) a razón de 120 kg.Ha⁻¹(Urea al 46% de N)

Se tomaron mediciones de altura, biomasa del cultivo y de la maleza. Se midió rendimiento en granos de trigo y producción de semillas en la maleza. Los datos se evaluaron mediante análisis de la varianza y las medias se compararon con test de Tukey ($p \leq 0,05$). En este experimento, a diferencia del Exp. 1, se pudo calcular el índice de agresividad para el cultivo compitiendo con fertilizante y sin fertilizante como:

$$\text{Índice de agresividad} = (B_{cm}/B_c) - (B_{mc}/B_m)$$

Donde B_{cm} y B_{mc} son la biomasa por unidad de área del cultivo y la maleza, respectivamente, cuando crecen en mezclas y B_c y B_m son las biomásas en monocultura.

Un análisis de suelo realizado en el lote antes de la siembra reveló 2,6 % de materia orgánica, 6,15 de pH, 30,5 ppm de fósforo, 16,1 ppm de Nitrógeno (0-20 cm), y 18,6 ppm de Nitrógeno (20-40 cm). Un % de MO > al 2% y los altos contenidos de fósforo y nitrógeno indican que se trata de un suelo de alta fertilidad para la región.

3.4.3. Experimento 3 *Efectos de la emergencia de *F.officinalis* en diferentes momentos de postemergencia de *T.aestivum**

En un lote libre de malezas de la EEA Bordenave, se sembró el 18 junio 2006 trigo Biointa 3000 con una sembradora experimental (Hege ®), a una densidad de 250 pl.m² y 17,5 cm de distancia entre hileras.

La densidad de plantas establecidas de *F. officinalis* fue de 120 pl.m², manteniéndose constante mediante raleos periódicos. La semilla de la maleza fue sembrada escalonadamente para obtener los momentos de emergencia deseados. En el tratamiento (i) se sembró junto a la siembra del cultivo, en (ii) cuando el cultivo estaba en una hoja verdadera y en (iii) cuando el cultivo tenía 2-3 hojas.

Se establecieron parcelas de 1 m² con un diseño en bloques completos al azar y se evaluaron cuatro tratamientos: (i) emergencia de *F. officinalis* con

T. aestivum en 2-3 hojas verdaderas, (ii) emergencia de *F. officinalis* cuando *T. aestivum* estaba en pleno macollaje, (iii) emergencia de *F. officinalis* cuando *T. aestivum* estaba a fin de macollaje-principio de encañazón y (iv) *T. aestivum* sin *F. officinalis* .

Se midió la altura y la biomasa aérea del trigo al final del ciclo del cultivo.

Los datos de biomasa se transformaron mediante logaritmo natural para mantener los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Se realizó un análisis de la varianza y las medias se compararon con test de Tukey ($p \leq 0,05$).

3.4.4. Experimento 4. Efecto de la emergencia *F. officinalis* en diferentes etapas del cultivo de *T. aestivum*.

En un área protegida de la EEA Bordenave se dispusieron cajones de 30 cm x 50 cm siguiendo un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones en los cuales se evaluaron los siguientes tratamientos: (i) emergencia de *F. officinalis* cinco días antes que *T. aestivum*, (ii) emergencia conjunta del *F. officinalis* y *T. aestivum*, (iii) emergencia de *F. officinalis* 15 días posterior a *T. aestivum*, (iv) emergencia de *F. officinalis* sin *T. aestivum* y (v) *T. aestivum* sin *F. officinalis* .

Los cajones se sembraron con semilla de *F. officinalis* a una densidad esperada de 200 pl.m² el día 14 de junio de 2007. El cultivo (Biointa 2002) fue

sembrado en tres fechas diferentes: en i) el 6 de agosto, en ii) y iv) el 20 de julio, en iii) el 20 de junio, a una densidad de 220 pl.m² y con un arreglo espacial de 5 x 5 cm de distancia entre hileras y entre plantas.

Al finalizar el ensayo, se midió sobre *T. aestivum* número de tallos, biomasa y altura final. Sobre la maleza: biomasa, número de inflorescencias y número de semillas producidas. La biomasa se estimó a partir de peso seco obtenido luego de almacenar el material por 48 hs a 70 ° C en estufa de ventilación forzada.

Los datos de biomasa se transformaron a logaritmo natural, y el número de tallos, número de inflorescencias y número de semillas a la raíz cuadrada para cumplir con los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Los resultados se analizaron mediante análisis de la varianza, comparándose las medias mediante test de Tukey ($p \leq 0,05$).

3.4.5. Experimento 5 *Efectos de la densidad de *F.officinalis* y momento de emergencia relativo en la competencia con *T. aestivum**

En un área protegida de la EEA Bordenave se dispusieron macetas de 0,25 m de diámetro por 0,30 m de alto, las mismas se distribuyeron siguiendo un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en donde cada maceta correspondió a una unidad experimental.

Se empleó un diseño aditivo en el cual se mantuvo constante la densidad del cultivo y variando la densidad de la maleza. Los tratamientos a evaluar fueron 6 densidades crecientes de la maleza: i) 0 pl.m⁻², ii) 10 pl.m⁻², iii) 50 pl.m⁻², iv) 150 pl.m⁻², v) 300 pl.m⁻² y vi) 500 pl.m⁻²; y 2 momentos relativos de emergencia: siembra anterior a la siembra del cultivo (ETem) y siembra conjunta de la maleza y el cultivo (ETar).

El cultivar de trigo a evaluar fue Biointa 2002 sembrado el 18 de mayo de 2008 con una distribución de 10 cm entre hileras y 5 cm entre plantas a una densidad esperada de 200 pl.m⁻².

Las semillas de la maleza estuvieron en heladera a 5°C durante 60 días para disminuir la dormición y se sembraron en Etem el 24 de abril y en ETar el 18 de mayo. La emergencia del 80 % de la densidad esperada de la maleza respecto al trigo fue en Etem 5 días antes que el cultivo emerja y en ETar en 2-3 hojas del cultivo.

Las variables que se midieron al estado de espigazón del trigo fueron: altura, número de tallos, biomasa (peso seco) y en la maleza: n° plantas, n° inflorescencias, biomasa (materia seca).

Los datos de biomasa se transformaron a logaritmo natural y a la raíz cuadrada los de número de tallos, número de plantas y número de inflorescencias para cumplir con los supuestos de normalidad y homocedasticidad. A los resultados se los sometió a un análisis de la varianza

y las medias se compararon con test de Tukey con ($p \leq 0,05$). Se realizaron análisis de regresión lineal con los parámetros medidos en la maleza.

3.5. RESULTADOS

3.5.1. Experimento 1 *Efectos de la fertilización nitrogenada en la competencia de F.officinalis y T. aestivum, con dos densidades de la maleza en un lote de baja fertilidad.*

En la Tabla 3.1 se observan los resultados del Exp. 1. El análisis de la varianza detectó interacción entre la fertilización y las densidades ($p < 0,05$), por lo que se procedió a analizar estadísticamente por separado las 3 densidades con y sin fertilizante.

Debido a las bajas precipitaciones durante el ensayo (223,5 mm), la maleza no afectó fuertemente los parámetros medidos sobre el cultivo sobre todo en condiciones sin fertilizante. Así, a las 3 densidades los tres parámetros medidos en el cultivo no mostraron diferencias significativas sin fertilizante. No obstante, con el agregado de fertilizante la biomasa de trigo mostró diferencias entre la densidad de 120 pl.m⁻² con respecto a sin malezas, lo que evidencia que la maleza ejerció mayor competencia frente al cultivo cuando se aplicó fertilizante que sin éste.

Tabla 3.1. *Efectos sobre el cultivo de la competencia con el agregado de N. Exp. 1 a) sin fertilizante, b) 120 kg.Ha⁻¹ de UREA. Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).*

	Altura (cm)		Peso seco (g.m ⁻²)		Kg (granos. Ha ⁻¹)	
	<i>T. aestivum</i>		<i>T. aestivum</i>		<i>T. aestivum</i>	
	a) Sin N	b) Con N	a) Sin N	b) Con N	a) Sin N	b) Con N
<i>F. officinalis</i>						
i) 120 pl m ⁻²	40,16 ns	48,08 ns	126,67 ns	216,25 a	433,9 ns	635,4 ns
ii) 60 pl m ⁻²	41,33 ns	47,83 ns	127,41 ns	223,26 ab	545,5 ns	663 ns
iii) 0 pl m ⁻²	41,41 ns	49,75 ns	142,48 ns	265,62 b	482 ns	694,8 ns
CV %	3,08	3,73	9,22	9,83	11,79	10,91

Los parámetros medidos sobre la maleza en el Exp 1., que se muestran en la Tabla 3.2, reflejan la fuerte respuesta al agregado de nitrógeno de esta especie, sobre todo en la densidad de 120 pl.m⁻². La variable que mayor respuesta tuvo fue la producción de semillas: en las parcelas fertilizadas fue 5 veces mayor que en parcelas sin fertilizar (Tabla 3.2). La biomasa (materia seca) también mostró diferencias significativas (p<0,05) cuando se fertilizó a la densidad de 120 pl. m⁻² (Tabla 3.2).

Tabla 3.2 Efectos sobre la maleza en la competencia a) sin fertilizante, b) 120 kg.Ha⁻¹ de UREA. Letras distintas en cada parámetro medido indican diferencias significativas (p ≤ 0,05).

<i>F. officinalis</i>	Altura (cm)		Materia seca(g.m ⁻²)		Nº semillas .planta ⁻¹	
	<i>F. officinalis</i>		<i>F. officinalis</i>		<i>F. officinalis</i>	
	a) Sin N	b) Con N	a) Sin N	b) Con N	a) Sin N	b) Con N
i) 120 pl m ²	9,91 ns	13,00 ns	2,37 ns	6,81 a	18,25 ns	106,00 a
ii) 60 pl m ⁻²	9,58 ns	11,60 ns	1,96 ns	2,55 b	15,75 ns	41,20 b
iii) 0 pl m ⁻²	-----	-----	-----	-----	-----	-----
CV %	19,7	15,21	25,9	22,7	30,08	10,97

3.5.2. Experimento 2 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la competencia con *T. aestivum* en un lote de alta fertilidad.

En el experimento 2 el agregado de nitrógeno modificó sensiblemente la interferencia entre el cultivo y la maleza. En la Tabla 3.3 se observa que la producción de *T. aestivum* no se vió alterada ni por la competencia de la maleza ni por el agregado del fertilizante. Evidentemente, el alto contenido de nitrógeno para la zona (entre 16 y 18 ppm de N, ver 3. 4. 2.) hizo que el agregado de urea no se traduzca en un aumento significativo de los parámetros medidos. En cambio las variables medidas en *F. officinalis* se diferenciaron significativamente con el agregado de N, observándose una buena eficiencia de uso de N por parte de *F. officinalis*. Cuando estaba compitiendo el peso relativo fue quince veces mayor con el agregado de N que sin el fertilizante (Tabla 3.4).

Tabla 3.3 Efectos sobre el cultivo con el agregado de nitrógeno en la competencia N_0 (sin fertilizante), N_{55} (120 kg.Ha^{-1} de UREA) Letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

	Nº tallos <i>T.aestivum</i>	Altura (cm) <i>T.aestivum</i>	Peso seco g.m^{-2} <i>T.aestivum</i>	Peso relativo (N_{55}/N_0)
a)Sin competencia (N_0)	51,8 a	46,3 a	229,8 a	
b)Sin competencia (N_{55})	56,5 a	49,5 a	278,4 a	1,14
c)En competencia (N_0)	55,0 a	48,8 a	267,7 a	
d)En competencia (N_{55})	53,0 a	50,3 a	268,6 a	0,96
CV %	4,86	9,41	5,41	

Tabla 3. 4. Efectos sobre la maleza con el agregado de nitrógeno en la competencia N_0 (sin fertilizante), N_{55} (120 kg/Ha de UREA) Letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

	Altura (cm)	Peso seco ($g\ m^{-2}$)	Peso relativo
	<i>F.officinalis</i>	<i>F.officinalis</i>	(N_{50}/N_0)
c) En competencia (N_0)	9,25 b	0,02 b	
d) En competencia (N_{55})	10,87 b	0,30 b	15,38
e) Sin competencia (N_0)	22,37 a	39,34 a	
f) Sin competencia (N_{55})	22,00 a	60,27 a	1,53
CV %	13,86	14,78	

En la Tabla 3.5 puede observarse como la agresividad del cultivo decreció con el agregado de nitrógeno. Esto sugiere que la habilidad competitiva de *F. officinalis* estaría influenciada por la fertilidad del suelo, viéndose favorecida mayormente la maleza en la interacción con el cultivo.

Tabla 3.5. Índice de agresividad del cultivo como consecuencia del agregado de nitrógeno en la competencia N_0 (sin fertilizante), N_{55} (120 kg/Ha de UREA).

<i>T.aestivum</i>	Índice agresividad
N_0	1,1510
N_{55}	0,9652

3.5.3. Experimento 3 Efectos de la emergencia de *F.officinalis* en diferentes momentos de postemergencia de *T.aestivum*

En el Exp. 3 se observó que la emergencia de *F. officinalis* en etapas de postemergencia tardía del cultivo no produjo efectos sobre el mismo al final del

ciclo, a excepción de una reducción en la altura en el tratamiento donde la emergencia de la maleza se produjo en 2-3 hojas del cultivo ($p < 0.05$, Tabla 3.6). En efecto, en el trat. (i), la altura de plantas de trigo fue un 14% inferior al medido en el testigo sin malezas (trat. iv). La última cohorte de emergencia de la maleza, en encañazón de trigo, no logró sobrevivir debido probablemente al sombreado producido por el denso canopeo del cultivo en esa etapa.

3.5.4. Experimento 4 Efecto de la emergencia *F. officinalis* en diferentes etapas del cultivo de *T. aestivum*.

En el Exp. 4, la emergencia de *F. officinalis* antes que la de *T. aestivum* disminuyó la biomasa y la altura del cultivo significativamente con respecto a la emergencia de la maleza de 2-3 hojas y al testigo sin la maleza (Tabla 3.7).

Tabla 3.6. Efectos sobre el cultivo de la emergencia de la maleza en etapas tardías. Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Tratamientos	Altura (cm)	Biomasa (g.MS.m ⁻²)
	<i>T.aestivum</i>	<i>T.aestivum</i>
i) Emerg. en 2-3 hojas	46,38 b	212,9 a
ii) Emerg. en macollaje	50,88 a	200,5 a
iii) Emerg. en encañazón	51,75 a	192,2 a
iv) Sin malezas	53,75 a	207,4 a
CV %	4,41	4,95

La altura fue el parámetro del cultivo más afectado por la competencia de la maleza, tanto cuando *F. officinalis* emergió antes, como cuando emergió conjuntamente con el cultivo (Tabla 3.7).

Tabla 3.7. Efectos de la emergencia relativa de *F. officinalis* sobre diferentes atributos medidos en *T.aestivum*. Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Tratamientos	Biomasa (g.MS.m ⁻²)	Nº tallos.m ⁻²	Altura (cm)
	<i>T. aestivum</i>	<i>T. aestivum</i>	<i>T. aestivum</i>
i) Emerg. 5 días antes	86.91 c	76,75 a	24,92 c
ii) Emergencia conjunta	161.45 abc	75.00 a	31,33 b
iii) Emerg. en 2-3 hojas	246.44 a	77.00 a	39,17 a
iv) Sin <i>F. officinalis</i>	234.43 ab	70.00 a	41,33 a
CV%	9,17	8,25	11,93

Tabla 3.8. Efectos de la emergencia relativa de *F. officinalis* y *T.aestivum*, variables medidas en *F.officinalis* . Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Tratamientos	Biomasa (g.MS/m ²) <i>F.officinalis</i>	Altura (cm) <i>F.officinalis</i>	Nº inflores- cencia./m ⁻² <i>F. officinalis</i>	Nºsemillas .planta ⁻¹ <i>F.</i> <i>officinalis</i>
i) Emerg 5 días antes	55.9 b	13,17 a	329.7 a	11,17 b
ii)Emergencia conjunta	40.5 b	12,92 a	443.3 a	8,08 b
iii) Emerg en 2-3 hojas	40.3 b	15,00 a	303.1 a	8,83 b
iv)Sin cultivo	87.3 a	17,17 a	351 a	37,25 a

En la Tabla 3.8 se observa que debido a la interferencia con el trigo y considerando el trat. i), la biomasa de la maleza disminuyó en aproximadamente un 50 % y la producción de semillas en más de un 70 %. Por

otro lado, comparando el mismo tratamiento, la biomasa del cultivo disminuyó un 62 % la altura en un 40 % comparando al tratamiento del cultivo sin competencia (Tabla 3.7).

En la Tabla 3.9 se observa que el cálculo del índice de agresividad muestra que la agresividad del cultivo disminuyó a medida que se anticipaba la emergencia relativa de la maleza. La agresividad llegó a ser negativa cuando la emergencia de la maleza es anterior a la del cultivo.

Tabla 3.9. *Índice de agresividad del cultivo en relación a la emergencia relativa de F. officinalis y T.aestivum,.*

<i>T.aestivum</i>	Índice Agresividad
i)Emerg 2-3 hojas	1,09
ii)Emerg conjunta	0,24
iii)Emerg 5 días antes	-0,99

3.5.5. Experimento 5 Efectos de la densidad de F.officinalis y momento de emergencia relativo en la competencia con T.aestivum.

En las Figura 3.1 se observa que la variable altura del cultivo, únicamente en la densidad de 600 plantas.m⁻² y en emergencia de la maleza anterior al cultivo (Etem) mostró diferencias significativas con las otras densidades de la maleza.

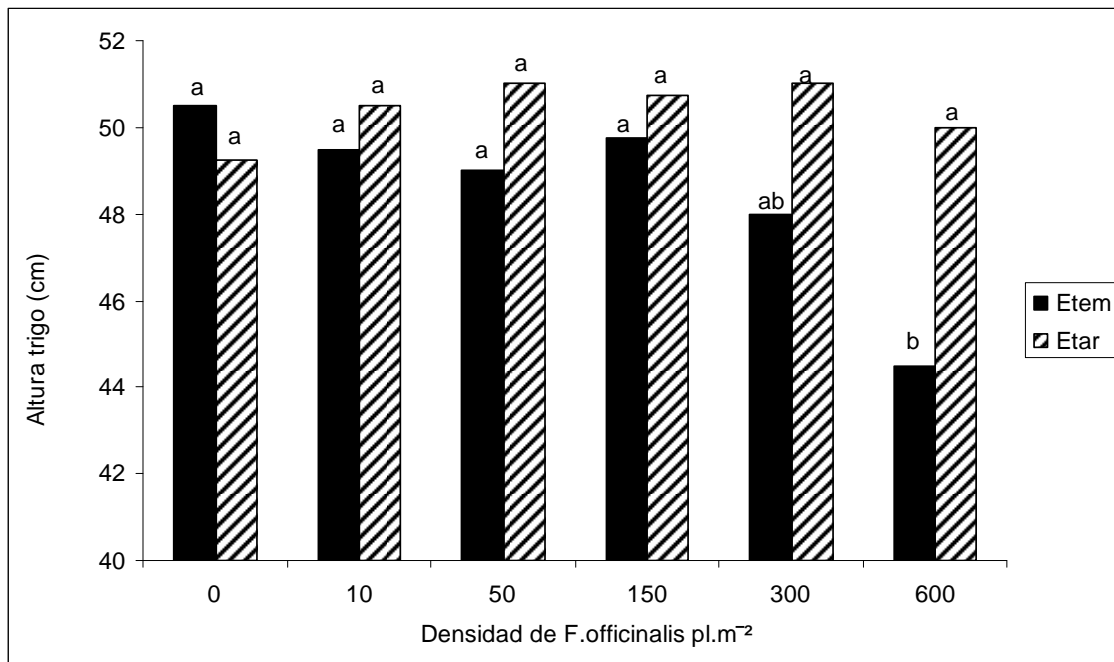


Fig. 3.1. Efecto de la densidad de *F. officinalis* sobre la altura de *T. aestivum*. Etem: emergencia temprana de la maleza. Etar: emergencia tardía de la maleza. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En la variable número de tallos del cultivo (Fig. 3.2), se observaron solamente disminuciones significativas en las densidades de 300 y 600 plantas .m⁻² de la maleza en cuando la emergencia fue antes que la del cultivo (Etem). Se observa que estas mismas densidades pero en la emergencia posterior a la del cultivo (Etar) las diferencias no son significativas.

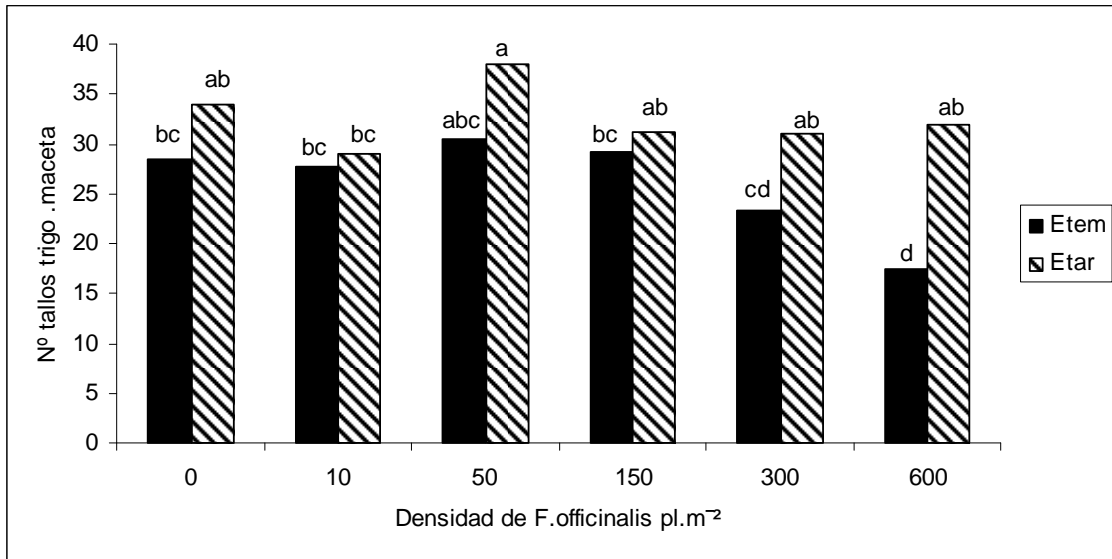


Fig. 3.2. Efecto de la densidad de *F.officinalis* sobre el número de tallos de *T.aestivum* . Etem: emergencia temprana de la maleza. Etar: emergencia tardía de la maleza. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

La biomasa del cultivo mostró una respuesta similar a las anteriores variables medidas en el cultivo (Fig.3.3). En la única densidad donde la biomasa mostró una disminución significativa ($p < 0,05$) fue en la de 600 pl.m⁻² de la maleza y en emergencia anterior al cultivo (Etem).

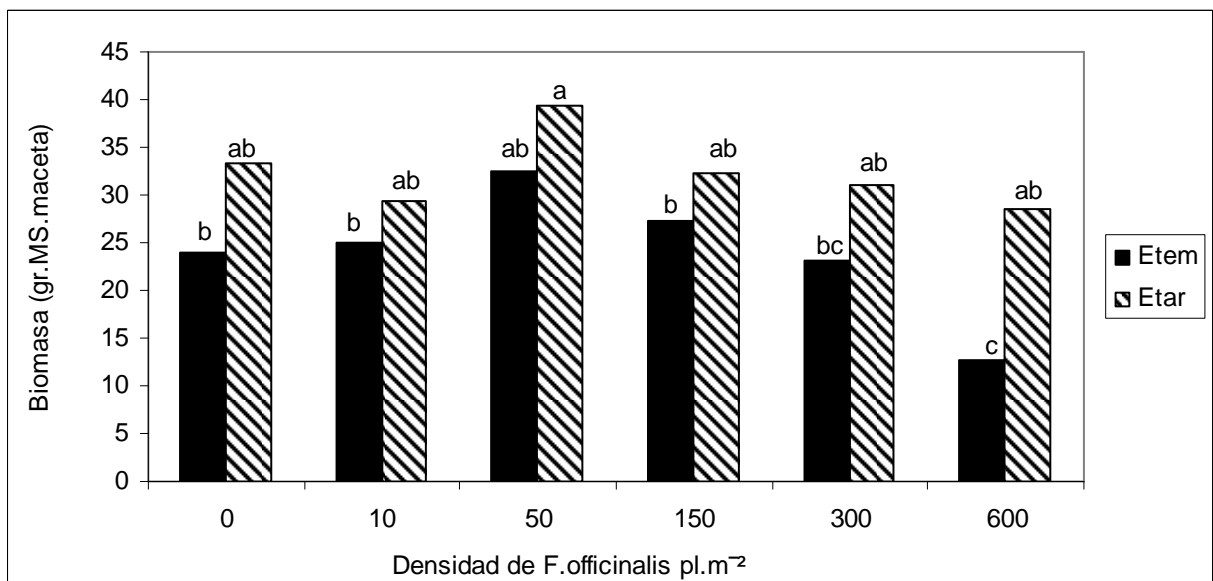


Fig. 3.3 Efecto de la densidad de *F.officinalis* sobre el peso seco de *T.aestivum* . Etem: emergencia temprana de la maleza. Etar: emergencia tardía de la maleza. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En cuanto a los efectos evaluados en la maleza, se pudo observar que tanto el peso seco como el número de inflorescencias, tuvieron una tendencia de crecimiento lineal a medida que aumentaba la densidad, siendo siempre mayor para todas las densidades en la emergencia temprana (Figuras 3.4 y 3.5)

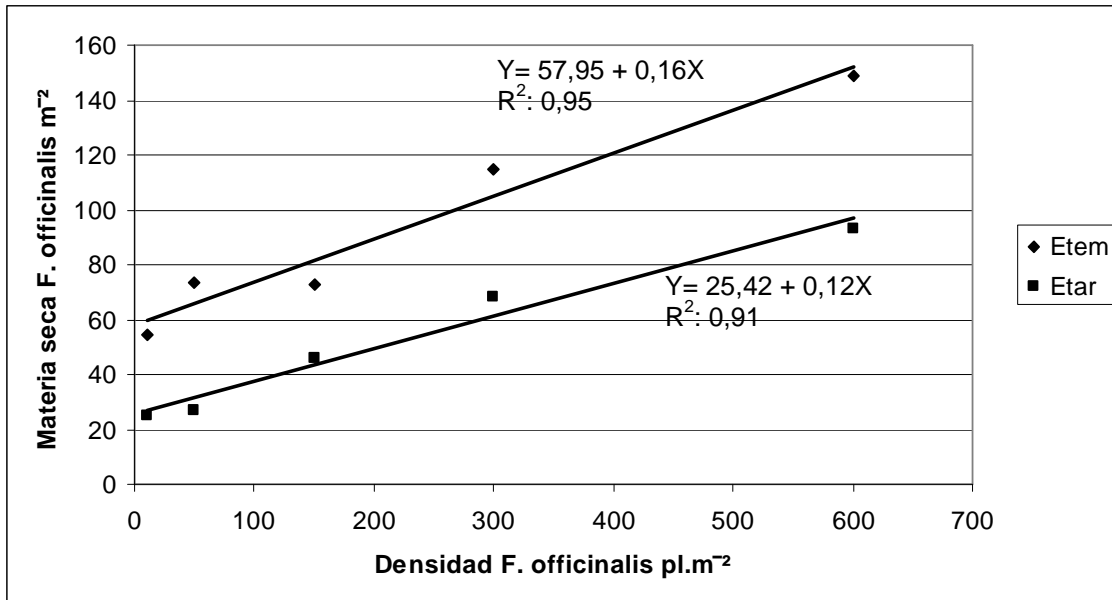


Fig.3.4) Efecto de la densidad de *F.officinalis* sobre la materia seca de la maleza. Etem: emergencia temprana de la maleza. Etar: emergencia tardía de la maleza. i) 0 pl.m2, ii) 10 pl.m2, 3) 50 pl.m2, 4) 150 pl.m2, 5) 300 pl.m2 y 6) 600 pl.m2

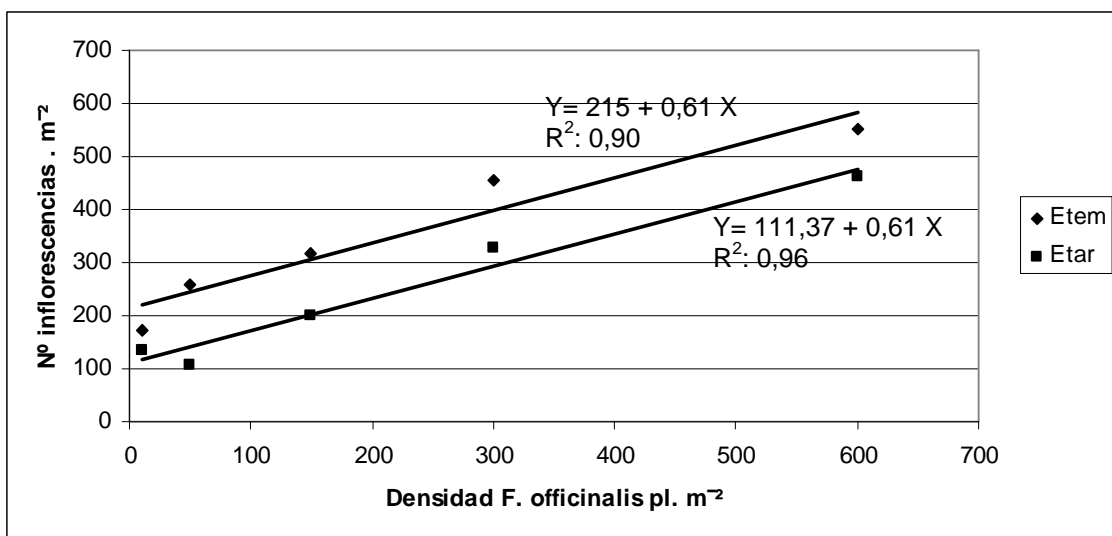


Fig.3.5) Efecto de la densidad de *F.officinalis* sobre el número de inflorescencias de la maleza. Etem: emergencia temprana de la maleza. Etar: emergencia tardía de la maleza. 1) 0 pl.m2, 2) 10 pl.m2, 3) 50 pl.m2, 4) 150 pl.m2, 5) 300 pl.m2 y 6) 600 pl.m2

a) Etem. 0 pl.m⁻²

10 pl.m⁻²

50 pl.m⁻²

150 pl.m⁻²

300 pl.m⁻²

600 pl.m⁻²



b) Etar. 0 pl.m⁻²

10 pl.m⁻²

50 pl.m⁻²

150 pl.m⁻²

300 pl.m⁻²

600 pl.m⁻²



Fig. 3.6. Efecto de la densidad de *F.officinalis* sobre *T.aestivum* . a) Etem emergencia temprana de la maleza. b) Etar: emergencia tardía de la maleza.

3.6. DISCUSIÓN

En competencia con el trigo, *F. officinalis* respondió favorablemente al agregado de fertilizante nitrogenado incrementando su biomasa, altura y sobre todo su producción de semillas por planta (Exp. 1). Así, los resultados coinciden con los encontrados por Kogan (1992) y Hakanson (2003), en cuanto a que la fertilidad del suelo cumple un rol importante en la interferencia de las malezas anuales con el cultivo. Como se ha estudiado por ejemplo en *Amaranthus retroflexus* en cultivo de Maíz (Teyker *et al.*, 1991), o los trabajos de Hewson y Roberts (1971 y 1973) en el cultivo de cebolla, las malezas pueden resultar más beneficiadas que los cultivos con la fertilización.

Si bien *F. officinalis* demostró ser un competidor fuerte por nitrógeno frente a *T. aestivum* (Exp.1), los resultados sugerirían que no sería un buen competidor por luz. En efecto, cuando la emergencia se presentó en etapas tardías del cultivo, en donde éste estaba bien denso y cubierto, las plantas no lograron crecer y desarrollarse de manera normal (Exp. 2 y 3). Además esta especie no posee características de arquitectura foliar como para ser buen competidor por luz, ya que tiene hojas divididas y altura no mayor a los 70 cm (Marzocca, 1976; Lamberto *et al.*, 1997). En los experimentos evaluados nunca superó los 40 cm de altura y en competencia con el cultivo se mantuvo por debajo de los 20 cm. De acuerdo al esquema de manejo de malezas sustentable propuesto por Sarandón (2002), el manejo de esta maleza con un sombreado anticipado por la siembra adelantada del cultivo, probablemente disminuiría notablemente el desarrollo de *F. officinalis*.

La habilidad competitiva del cultivo frente a la maleza fue menor con el agregado de fertilizante, ya que el índice de agresividad del cultivo fue sensiblemente menor con el agregado de fertilizante nitrogenado que sin éste (Tabla 3.5). Hakanson (2003) estudió la competencia de *F. officinalis* con trigo y cebada con y sin agregado de nitrógeno, y observó como aumentaba la competencia de *F. officinalis* sobre el cultivo de trigo con el agregado de fertilizante nitrogenado, hecho que no sucedía cuando competía con el cultivo de cebada.

Como se puede inferir de los Exp. 3 y 4, la importancia competitiva que ejerce esta maleza sobre el cultivo de trigo se manifiesta al comienzo de la implantación o antes de las 2-3 hojas el cultivo. Si bien muchos autores han cuantificado estos efectos para otras malezas (González Montaner y Mailland, 1990; Doll, 1996), para esta especie en particular el efecto es bien notorio, ya que si la emergencia se produce luego del estado de 2-3 hojas del cultivo la competencia es despreciable o nula (Tabla 3.6). La agresividad del cultivo fue disminuyendo al retrasarse el momento de emergencia relativo a la emergencia de la maleza (Tabla 3.9). Se observó que el índice cambió fuertemente cuando la emergencia de la maleza fue anterior o posterior que la emergencia del cultivo, encontrándose valores de agresividad similares a los determinados por Puricelli et. al (2003), para el cultivo de soja cuando emergió conjuntamente con la maleza *Anoda cristata*. En cambio, el índice estuvo cercano a 1 cuando la emergencia de la maleza fue en 2-3 hojas del cultivo, y alrededor de -1 cuando la emergencia de la maleza fue anterior a la emergencia del cultivo (Tabla 3.9). Asimismo, estos efectos podrán variar sensiblemente dependiendo de la fertilidad del suelo, y la densidad de *F. officinalis* (Exp 1, 2 y 5).

Las densidades de la maleza que ejercieron competencia con el cultivo fueron aquellas superiores a las 300 plantas.m² y en emergencia temprana del cultivo (Fig. 3.1, 3.2 y 3.3). Estas densidades, comúnmente encontradas a campo en lotes comerciales de trigo del partido de Villarino, provocaron perjuicios en el cultivo sólo cuando emergieron temprano, o sea antes que el cultivo (Tabla 3.7).

Los resultados obtenidos en los Exp. 1 y 2 aceptan la primer hipótesis en la cual *F. officinalis* es mejor competidor por nitrógeno que *T. aestivum*. Lo anterior debería tenerse en cuenta en el manejo eficiente de la fertilización nitrogenada a campo.

Con los datos obtenidos en los Exp. 3 y 4 se acepta la segunda hipótesis. Cabe aclarar que a veces resulta difícil coincidir la fecha de siembra con el pico de emergencia de la maleza. Podría sugerirse la siembra de otro cultivo con destino para forraje como la avena o cebada en los meses de febrero o marzo antes del comienzo de la emergencia de *F. officinalis* en el campo.

La tercera hipótesis también se acepta, ya que la densidad de la maleza que afecta al cultivo debe superar las 300 pl.m⁻² y emerger en etapas tempranas del cultivo. Es probable encontrar muchos lotes de la región en los cuales la densidad de la maleza sea menor a las que ejercen perjuicios para el cultivo y evitarse una aplicación de herbicidas. Esto demandaría un monitoreo mas exhaustivo pero con un beneficio tanto económico como de preservación

de los recursos naturales de la zona. Los resultados del Exp. 5 sugieren que las densidades evaluadas de la maleza no llegaron a producir una significativa competencia intraespecífica, alcanzando densidades de saturación (Dawson, 1977). El aumento de la materia seca y el número de inflorescencias por unidad de área marcó una tendencia lineal positiva con el aumento de la densidad de la maleza (Fig. 3.4 y 3.5)

CAPITULO IV

EVALUACIÓN DE HERBICIDAS POSTEMERGENTES PARA EL CONTROL DE *Fumaria officinalis* L. EN *Triticum aestivum* L.

4.1. INTRODUCCIÓN

Hasta mediados de la década del 40 el control de las malezas en el cultivo de trigo se realizaba en forma mecánica, principalmente efectuando una labor antes de la siembra del cultivo que dejase la cama de siembra libre de malezas. Con la aparición de los herbicidas selectivos, el control químico empezó a desplazar al control mecánico, siendo actualmente el principal método de control (Kogan y Pérez Jones, 2003).

El rendimiento del cultivo de trigo suele tener grandes pérdidas si no se realiza algún tipo de control sobre las malezas con las que compete, y en general el control en etapas tempranas de desarrollo del cultivo (hasta 5 hojas) es esencial para obtener los mejores resultados (Catullo e Istilart, 1983; Vigna y López, 2001; Pérez et al., 2008). Además, el control químico de las malezas resulta ser más eficiente cuando se realiza sobre plantas jóvenes y de crecimiento rápido (Muzik, 1970; Klingman y Ashton, 1975).

El prolongado período de emergencia de *F. officinalis* durante el año (ver Cap. II) y su tolerancia a herbicidas de acción hormonal como el 2,4-D (Petunova, 1995), hacen que esta maleza sea considerada como de difícil

control dentro de los campos de producción agrícola de la región sur y sudoeste de la provincia de Buenos aires (Rivas *et al.*, 1991).

El uso de herbicidas modernos del grupo de las Sulfonilureas resultan eficaces en el control de esta especie, siempre que las aplicaciones se realicen en estadios tempranos de la planta (Talgre, 2004). Experiencias realizadas en la región coinciden en que el herbicida Logran Extra ® (Terbutrina + Triasulfurón) controló eficientemente *F.officinalis* en postemergencia de trigo (Courreges *et al.*, 1991; Vigna y López, 1998). Marshall *et al.* (2001) aseguran que *F. officinalis* es moderadamente resistente a metsulfurón y susceptible a Bromoxinil.

Actualmente en nuestro país se dispone de muchos herbicidas para controlar malezas de hoja ancha en postemergencia en el cultivo de trigo, los cuales podrían potencialmente controlar *F. officinalis*. A continuación se describen los principales grupos y sus mecanismos de acción:

1- Reguladores de crecimiento u hormonales: estos herbicidas son llamados así debido a que actúan de manera similar a la auxina ácido indolacético (AIA), que regula el crecimiento celular (Kogan y Pérez, 2003). Recientemente, se ha logrado evidencia bastante concluyente de que la acción de estos herbicidas es estimular la síntesis de ACC (ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico) activando la ACC sintasa. De esa forma, se incrementa la síntesis de etileno y consecuentemente de ABA (ácido abscísico) que conduce a los síntomas típicos producidos por estos herbicidas (Arregui y Puricelli, 2008).

- a. Fenólicos: muy utilizados por su amplio control de malezas de hoja ancha, especialmente tienen mayor eficacia en malezas de la familia Brasicáceas y Asteráceas. Deben ser aplicados cuando el cultivo se encuentra en estado de macollaje (Audus, 1976) (Ej. 2,4-D, MCPA).
- b. Benzoicos: en general tienen mejor acción sobre malezas de la familia Poligonáceas y en plantas perennes. (Ej Dicamba)
- c. Picolínicos: se utilizan generalmente para control de malezas de hoja ancha como Poligonáceas y Asteráceas , tiene poco o nulo efecto sobre Brasicáceas (WSSA, 1979) (Ej. Picloram, Clopiralid, Fluroxipir, Aminopiralid)

2- Inhibidores de la fotosíntesis: Benzonitrilos o Nitrilos (Bromoxinil): actúa en la fotosíntesis, en la inhibición del fotosistema II a través del bloqueo del receptor en la cadena de transporte de electrones entre el aceptor primario (Q) y la plastoquinona (PQ) (Kogan y Pérez, 2003). El Bromoxinil es un herbicida de contacto, se aplica desde 3 hojas hasta estado de espiga embuchada de trigo. Como todo herbicida de contacto, resulta central para obtener una buena acción lograr un buen mojado del follaje y que las malezas se encuentren en el estadio de plántula y en crecimiento (Klingman y Ashton, 1975).

3- Inhibidores de la biosíntesis de aminoácidos: Sulfonilureas y Triazolpirimidinas y Glifosato:

Las Sulfonilureas fueron introducidas en el mercado en la década de los '80. Actúan inhibiendo la síntesis de la enzima acetolactato sintetasa (ALS)

también llamada acetohidroxi sintasa (AHAS), que se codifica en el núcleo y está localizada en el cloroplasto. Dicha enzima es responsable de la síntesis de los aminoácidos alifáticos valina, leucina e isoleucina, y su inhibición conduce a la detención del crecimiento de la planta (Kogan y Pérez Jones, 2003). Este grupo de herbicidas es muy utilizado debido a que es altamente selectivo y eficaz y en general se aplica a dosis relativamente bajas. Generalmente, los síntomas de estos herbicidas se desarrollan lentamente (una a dos semanas) e incluyen reducción o anulación del crecimiento. Se observa acortamiento de los entrenudos, clorosis internerval, nervaduras rojizas especialmente en el envés debido al aumento de antocianinas, seguido de necrosis de nervaduras y pecíolos y abscisión de las hojas. Varían mucho en su selectividad y pueden controlar malezas latifoliadas o gramíneas, anuales y perennes. En general son residuales (Arregui y Puricelli, 2008). Dentro de las triazolpirimidinas se encuentran los herbicidas flumetsulam y pyroxulam de reciente introducción en nuestro país. En cuanto al grupo de sulfonilureas los herbicidas utilizados en trigo son: clorsulfurón, iodosulfurón, metsulfurón-metil, prosulfurón y triasulfurón. (CASAFE 2007).

El glifosato (ácido N- fosfono-metil-glicina), es un herbicida no selectivo, que se aplica al follaje de las maleza. Este herbicida se caracteriza por presentar muy baja o casi nula actividad en el suelo, que a los fines prácticos se considera que no la tiene (Kogan y Pérez Jones, 2003). El mecanismo de acción es inhibir la enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintasa (EPSP), muy importante en la ruta metabólica del shikimato, que interviene en la síntesis de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina y triptofano) alterando la producción de proteínas y la formación de compuestos secundarios como la

lignina (Arregui y Puricelli, 2008). Este herbicida ha cobrado mucha importancia y uso masivo en todo el país debido principalmente a la incorporación de cultivos transgénicos resistentes a dicho herbicida (Soja RR ® y Maiz RR ®), y a la expansión de sistemas en siembra directa, en los cuales este herbicida es la base del control de malezas durante los barbechos (Vitta *et al.*, 1999).

4- Inhibidores de la síntesis de clorofila: Triazolinonas y Fenilpirazoles:

Actúan sobre la síntesis de clorofila, inhibiendo la enzima protoporfirinógeno oxidasa (PROTOX). En general estos herbicidas son aplicados al follaje de las malezas y presentan muy poca movilidad o casi nula dentro de las plantas. En presencia de luz, son activados e inducen la formación de compuestos muy reactivos que provocan la ruptura de membranas celulares, causando el derrame de fluidos de la célula y, por consiguiente, la destrucción del tejido (Cobb, 1992). En el grupo de las Triazolinonas se encuentra el herbicida Carfentrazone y de los Fenilpirazoles el Pyraflufen etil, ambos inscriptos para aplicación en postemergencia temprana en trigo y con las malezas en estado de plántula (CASAFE 2007).

De todos los herbicidas citados anteriormente los que específicamente se encuentran mencionados en nuestro país para controlar *F. officinalis* en el cultivo de trigo son Pirafufen etil + Metsulfuron metil (Ecopart ®) y Dicamba + Prosulfuron + Triasulfuron (Peakpack®) (CASAFE, 2007).

Es conocido que la aplicación de herbicidas del grupo fenoxi que actúan como reguladores de crecimiento deben realizarse en etapas fenológicas del

cultivo a partir de macollaje para no producir fitotoxicidad en el cultivo (Tottman y Makepeace, 1979). Por lo tanto, la aplicación de herbicidas comúnmente usados en trigo en la región, como el 2,4-D, se estaría utilizando en un momento donde los perjuicios ocasionados por *F. officinalis* ya habrían sucedido (ver Cap. III). Como se describió anteriormente, los herbicidas de la familia Sulfonilureas tienen la particularidad de que pueden aplicarse en estadios más tempranos del cultivo, a partir de 2-3 hojas, lo que resultaría fundamental para realizar un control en un momento óptimo del cultivo. Además, su acción residual en el suelo (Bedmar, 2004; Vigna *et al.*, 2006), eliminaría nuevas emergencias de *F.officinalis* durante el ciclo del cultivo. Dependiendo del principio activo, el estado de la malezas y el momento de aplicación, un herbicida puede afectar también la producción de semillas de las malezas y provocar una disminución en la propagación de la especie sobre todo las de ciclo anual (Muzik,1970).

También resultaría interesante el control de *F. officinalis* en el barbecho, antes de la siembra del cultivo. Lo que sería una estrategia importante para eliminar las cohortes de emergencia tempranas. Por esto resulta importante evaluar la susceptibilidad de la especie en distintos estadios fenológicos al herbicida glifosato.

Para cuantificar la sensibilidad o respuesta de una planta a la aplicación de un herbicida se suelen utilizar curvas de dosis-respuesta, donde se evalúa la respuesta de la planta frente a una determinada dosis del principio activo, permitiendo dilucidar la eficacia del herbicida y la acción tóxica sobre la planta en estudio (Seefeldt *et al.* 1995). Una curva de dosis- respuesta típica presenta

forma sigmoidea y su expresión matemática relaciona la respuesta Y con la dosis X a través de una serie de parámetros específicos con significancia biológica. Un parámetro utilizado para evaluar es el porcentaje de control o fitotoxicidad mediante una escala visual cualitativa (Burril *et al.*, 1977; Chaila, 1986), la cual está estandarizada según la EWRC (European Weeds Research Council). De esta manera se evalúa la eficacia de una serie de dosis en un herbicida frente a una determinada maleza.

4.2. HIPÓTESIS

4.2.1. Hipótesis 1: El control químico temprano de *F. officinalis* en trigo mejora la efectividad de los herbicidas, aumentando el rendimiento del cultivo respecto a tratamientos tardíos.

4.2.2. Hipótesis 2 : Algunos herbicidas que actualmente no se utilizan para controlar *F. officinalis*, resultan más eficientes que los de uso tradicional.

4.2.3. Hipótesis 3: El estadio fenológico de *F. officinalis* influye sobre la dosis óptima de control con el herbicida glifosato.

4.3. OBJETIVOS

1. Evaluar herbicidas postemergentes selectivos del cultivo de trigo en diferentes momentos fenológicos del cultivo (Exp.1 a y b) y comparar

nuevos herbicidas inscriptos en el país con otros de uso tradicional para el control de *F. officinalis* (Exp.2).

2. Estudiar la respuesta de *F. officinalis* a diferentes dosis del herbicida glifosato en dos estadios fenológicos de la maleza (Exp. 3).

4.4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.4.1. Experimento 1 (a): *Evaluación del control de F.officinalis mediante herbicidas aplicados en dos épocas fenológicas tempranas del cultivo de trigo.*

El experimento se efectuó sobre un cultivo de trigo sembrado en la localidad de Nicolas Levalle el día 10/6/2005 con sembradora Agrometal ® a 17,5 cm de distancia entre hileras, sobre un área de 1500 m² altamente infestado con la maleza. Se empleó un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron diferentes herbicidas aplicados en las siguientes dos épocas fenológicas del cultivo: E1) 2-3 hojas del trigo (ZCK 12, escala Zadock *et al.*, 1974) y E2) 4-5 hojas del trigo (ZCK 15). Las unidades experimentales fueron parcelas de 6 m de largo por 3 m de ancho.

Los herbicidas evaluados fueron del grupo de las Sulfonilureas (Triasulfurón, Prosulfurón, Iodosulfurón y Metsulfurón) sólo y combinados. También se evaluó el herbicida Bromoxinil del grupo de los Benzonitrilos.

Los tratamientos fueron:

- 1) Bromoxinil 0,44 g. p.a.Ha⁻¹ (CE) (Weedex ®). (E1)*
- 2) Prosulfurón 7,5 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) (Peak ®). (E1)
- 3) Triasulfurón 7,5 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) (Logran ®) (E1)
- 4) Prosulfurón 7,5 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) + Triasulfurón 7,5 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) (E1)
- 5) Metsulfurón 4,8 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) (Escort ®) (E1)
- 6) Iodosulfurón + Metsulfurón, 6 + 3 g. p.a.Ha⁻¹ WG (Hussar®) (E1)
- 7) Bromoxinil 0,44 g. p.a.Ha⁻¹ (CE) (Weedex®) (E2)*
- 8) Prosulfurón 7,5 g p.a./Ha (WG) (Peak ®), (E2)
- 9) Triasulfurón 7,5 gr. p.a.Ha⁻¹ (WG) (Logran ®) (E2)
- 10) Prosulfurón 7,5 g p.a.Ha⁻¹ (WG) + Triasulfurón 7,5 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) (E2)
- 11) Metsulfurón 4,8 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) (Escort ®) (E2)
- 12) Iodosulfurón + Metsulfurón 6 + 3 g. p.a.Ha⁻¹ WG (Hussar®) (E2)
- 13) Testigo sin herbicida

*(E1: Aplicación en ZDK 12 del cultivo y cotiledón – 2 hojas de *F. officinalis*, E2: Aplicación en ZDK 15 y 4-5 hojas de *F. officinalis*).

Las aplicaciones se efectuaron con pulverizadora manual de CO₂ de 2 m de ancho de labor a presión constante de 4 bares. Se utilizaron pastillas Teejet ® 11002 y un volumen de aspersion de 200 l. Ha⁻¹. Las fechas fueron en E1 el 12/07/05 y en E2 el 23/8/05. Las condiciones climáticas para la aplicación fueron óptimas en ambas fechas.

Luego de 30 días transcurridos para cada época de aplicación se realizó una estimación de control visual siguiendo la escala arbitraria (ver tabla 4.1). En estado de espigazón del cultivo se midió el número de semillas por m²

remanente de la maleza para cada tratamiento. Al final del ciclo se midió el rendimiento en granos del cultivo.

Tabla 4.1. Escala numérica de evaluación visual. Acción sobre la maleza.

Indice de evaluación	% Control	Descripción
1	100	Completamente destruído
2	99-96,5	Muy buen control
3	96,5-93	Buen control
4	93-87,5	Satisfactorio
5	87,5-80	Casi satisfactorio
6	80-70	Insatisfactorio
7	70-50	Pobre
8	50-1	Muy pobre
9	0	Testigo

Los datos de % Control y semillas.m² en *F.officinalis* se transformaron a raíz cuadrada y los de rendimiento de trigo a logaritmo natural para contemplar los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Los datos se analizaron mediante un análisis de la varianza y las medias se compararon con el test de Tukey ($p \leq 0,05$).

4.4.2 Experimento 1 (b) : *Evaluación de herbicidas en el estadio de macollaje del cultivo de trigo.*

Sobre el mismo lote descrito en el Exp.1 (a) se estableció un ensayo en un área de 1000 m² aproximadamente altamente infestada con la maleza. Se

siguió un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones, en donde las unidades experimentales fueron parcelas de 3 m de ancho por 6 m de largo.

Los tratamientos fueron:

- 1) Prosulfurón 7,5 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) + Triasulfurón 7,5 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) + Dicamba 87,5 g. p.a.Ha⁻¹ (Peak Pack ®).
- 2) Metsulfurón 4,8 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) (Escort ®).
- 3) Metsulfurón 4,8 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) + 2,4-D 250 g. p.a.Ha⁻¹ (Escort ® + Herbifen super ®).
- 4) Picloram 24 g. p.a.Ha⁻¹ + 2,4-D 250 g. p.a.Ha⁻¹ (Tordon 24k ® + Herbifen super ®.)
- 5) Dicamba 87,5 g. p.a.Ha⁻¹ + 2,4-D 250 g. p.a.Ha⁻¹ (Banvel ® + Herbifen super ®).
- 6) Iodosulfurón + Metsulfurón 6 + 3 g. p.a. Ha⁻¹ WG (Hussar®).
- 7) Testigo (sin aplicación de herbicidas).

La aplicación se realizó el día 20/09/05, con una mochila manual ya descrita en el Exp.1 (a). El cultivo se encontraba con dos macollos desarrollados (22 ZCK) y *F.officinalis* con 80 % de las plantas florecidas.

Luego de 30 días transcurridos desde la aplicación se realizó una estimación de control visual mediante una escala visual arbitraria (ver tabla 4.1). En estado de espigazón del cultivo se midió el número de semillas por m² de la maleza para cada tratamiento. Se midió a final de ciclo el rendimiento en grano del cultivo.

Los datos de % Control y semillas. m² en *F.officinalis* se transformaron a raíz cuadrada y el rendimiento de trigo se transformó a logaritmo natural para contemplar los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Se analizaron mediante análisis de la varianza y las medias se compararon con el test de Tukey ($p \leq 0,05$).

4.4.3. Experimento 2: *Evaluación de herbicidas tradicionales y otros de reciente inscripción para el control de F.officinalis en trigo.*

En un cultivo de trigo sembrado el 15/06/2006 en un lote de Nicolás Levalle se estableció un ensayo en un área de 1200 m² con alta infestación de la maleza. Se empleó un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones en los cuales las unidades experimentales fueron parcelas de 3 m de ancho por 6 m de largo con distintos tratamientos de herbicidas.

La aplicación se realizó el día 15 /08/2006 en donde el trigo se encontraba con 1 macollo (ZDK 21) y *F.officinalis* se encontraba en su mayoría en 3-4 hojas.

Los tratamientos a evaluar fueron:

- 1)** Bromoxinil 0,36 g. p.a.Ha⁻¹ (CE) + Diflufenican 50 g. p.a.Ha⁻¹ (Weedex ®) +Brodal ®)
- 2)** Triasulfuron 15 g p.a.Ha⁻¹ (WG) (Logran ®)
- 3)** Prosulfuron 7,5 g p.a.Ha⁻¹ (WG) + Triasulfuron 7,5 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) (Peak ®) + Logran ®)

- 4)** Prosulfurón 7,5 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) + Triasulfurón 7,5 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) + Dicamba 87,5 g. p.a.Ha⁻¹ (Peak Pack ®)
- 5)** Metsulfurón 4,02 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) (Escort ®)
- 6)** Iodosulfurón + Metsulfurón 6 + 3 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) (Hussar® II)
- 7)** Iodosulfurón + Metsulfurón 3,75 + 3 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) (Hussar® I)
- 8)** Aminopyralid 6,66 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) + Metsulfurón 4,02 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) (Tronador Max ®)
- 9)** Flumetsulam 80 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) (Preside 80 WG)
- 10)** Carfentrazone ethil 12 g. p.a.Ha⁻¹ (CE) + Metsulfurón 4,02 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) (Affinity ®) + Escort ®)
- 11)** Metsulfurón 4,02 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) + Clopiralyd 71 g. p.a.Ha⁻¹ (LS) (Escort ® + Lontrel ®)
- 12)** Clorsulfurón 9,37 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) (Finesse ®)
- 13)** Pyroxulam 0,68 g. p.a.Ha⁻¹ (OD) + Metsulfurón 4,02 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) (Merit ® + Escort ®)
- 14)** Pyraflufen Ethyl 2 g. p.a.Ha⁻¹ + Metsulfurón 4,02 g. p.a.Ha⁻¹ (WG) (Ecopart Plus ®)
- 15)** Testigo sin herbicida

Luego de 30 días de la aplicación se realizó una evaluación visual de control de la maleza según una escala arbitraria (ver tabla 4.1.).

En estado de espigazón del trigo se midió la biomasa de la maleza y el cultivo, como también el número de semillas remanentes de la maleza por m². Se evaluó el número de tallos de trigo y el rendimiento en grano al final del ciclo. Los datos de biomasa y rendimiento se transformaron a logaritmo natural,

y los de número de semillas y número de tallos a raíz de x para mantener la homocedasticidad y normalidad en el análisis de la varianza. Las medias se compararon con test de Tukey ($p \leq 0,05$).

4.4.4. Experimento 3 (a): *Dosis respuesta del herbicida glifosato sobre F. officinalis en el estado de plántula.*

El ensayo se realizó en un área protegida de la EEA Bordenave utilizándose un diseño en bloques al azar. Las unidades experimentales fueron macetas de 20 cm de diámetro por 25 cm de profundidad, las cuales fueron sembradas el 15/5/2008 con 20 semillas de *F. officinalis* con pretratamiento de frío a 5° C durante 60 días.



Fig. 4.1. Experimento 2. Aplicación de los herbicidas en Nicolás Levalle (Villarino).

Posteriormente, mediante raleos se establecieron 2 plántulas por maceta de *F. officinalis*. En el estado de 3-4 hojas de la maleza se realizaron las aplicaciones y los tratamientos fueron los siguientes:

1. 0 X : Testigo sin herbicida
2. $\frac{1}{4}$ X : 232,5 g.p.a/Ha (375 cc/Ha PC)*
3. $\frac{1}{2}$ X : 465 g.p.a/Ha (750 cc/Ha PC)
4. X : 930 g p.a/Ha (1,5 L/Ha PC)
5. 2X : 1860 g. p.a/Ha (3L/Ha PC)
6. 4X : 3720 g. p.a/Ha (6L/Ha PC)

*El producto comercial fue Roundup Full II ® (Glifosato 62%) La dosis X es la recomendada comercialmente utilizada para controlar *F. officinalis*

Luego de 30 días de la aplicación se realizó una estimación visual de control (según tabla 4.1.), y se estimó el % supervivencia como 1 - % control. En la misma instancia se cosechó la biomasa aérea de las plantas aplicadas, se midió el peso fresco y luego se obtuvo el peso seco a través de estufa de secado forzado a 60 ° C durante 48 horas.

A partir de los datos obtenidos de % de supervivencia se elaboraron las curvas de dosis-respuesta utilizando el programa GraphPad Prism®, mediante el cual se ajustó un modelo de regresión no lineal a los valores obtenidos y se determinó la dosis que controla el 50 % (DL 50). Los datos de biomasa se

transformaron a raíz cuadrada, y posteriormente fueron sometidos a análisis de la varianza, las medias se compararon con test de Tukey ($p \leq 0,05$).

4.4.5. Experimento 3 (b): *Dosis respuesta del herbicida glifosato sobre F. officinalis en el estado de floración.*

Este experimento se efectuó bajo condiciones y diseño similar al Exp. 3(a), pero los tratamientos fueron aplicados en el estado de plena floración de *F. officinalis* y las plantas tenían una altura entre 35 y 40 cm.

4.5. RESULTADOS

4.5.1. Experimento 1 (a): *Evaluación del control de F.officinalis mediante herbicidas aplicados en dos épocas fenológicas tempranas del cultivo de trigo.*

Como se indica en la Tabla 4.2, no hubo diferencias entre la efectividad de los herbicidas en la primer época de aplicación (E1). Así, se observa que el único herbicida que tuvo control inferior al 70 % en la primer época fue Bromoxinil, probablemente debido a su limitada movilidad en la planta. En este tratamiento algunas plantas rebrotaron, y a los 30 días luego de la aplicación, se observaron nuevas emergencias de la maleza. En la segunda época de aplicación (E2), los mejores resultados de control se observaron con Prosulfurón + Triasulfurón y con Iodosulfurón + Metsulfurón, aunque cabe remarcar que no existieron diferencias estadísticas entre ninguno de los herbicidas evaluados dentro de E2.

En promedio, sin tener en cuenta el tratamiento 1 (Bromoxinil) el control de la maleza en E1 fue de 91% y en E2 de 74%.

La producción de semillas por m² por efecto de los herbicidas se redujo notablemente sobre todo en el tratamiento 4 (Prosulfurón+Triasulfurón), herbicida que en las 2 épocas de aplicación produjo el mayor impacto sobre este atributo.

Tabla 4.2. Efectos de los herbicidas sobre la maleza 30 días después de la aplicación (Exp. 1a). Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Tratamientos	% Control	Semillas.m ⁻²
1) Bromixinil E1	30 f	5145 a
2) ProsulfurónE1	91 ab	3210 ab
3) Triasulfurón E1	86 abc	1290 cd
4) Pros.+ Trias. E1	98 a	960 d
5) Metsulfurón E1	88 ab	3030 ab
6) Iodos.+ Mets. E1	93 ab	1830 bc
7) Bromixinil E2	70 de	4350 a
8) Prosulfurón E2	71 de	3420 ab
9) Triasulfurón E2	66 e	3330 ab
10) Pros.+ Trias. E2	82 abcd	1065 cd
11) Metsulfurón E2	71 de	3030 ab
12) Iodos.+ Mets. E2	79 bcde	2775 ab
13) Testigo	1 g	5190 a
CV %	7,76	10,04

Como se observa en la Figura 4.2, el rendimiento del cultivo en general fue muy bajo. Se observó una tendencia a que las aplicaciones tempranas rindieran más. En promedio, para todos los tratamientos en la E1 fue de 796 kg.ha⁻¹ y en E2 de 591 kg.ha⁻¹ El único tratamiento que se diferenció

significativamente del testigo ($p \leq 0,05$) fue Iodosulfurón + Metsulfurón en E1 (aplicación temprana), respecto a algunos herbicidas aplicados tardíamente

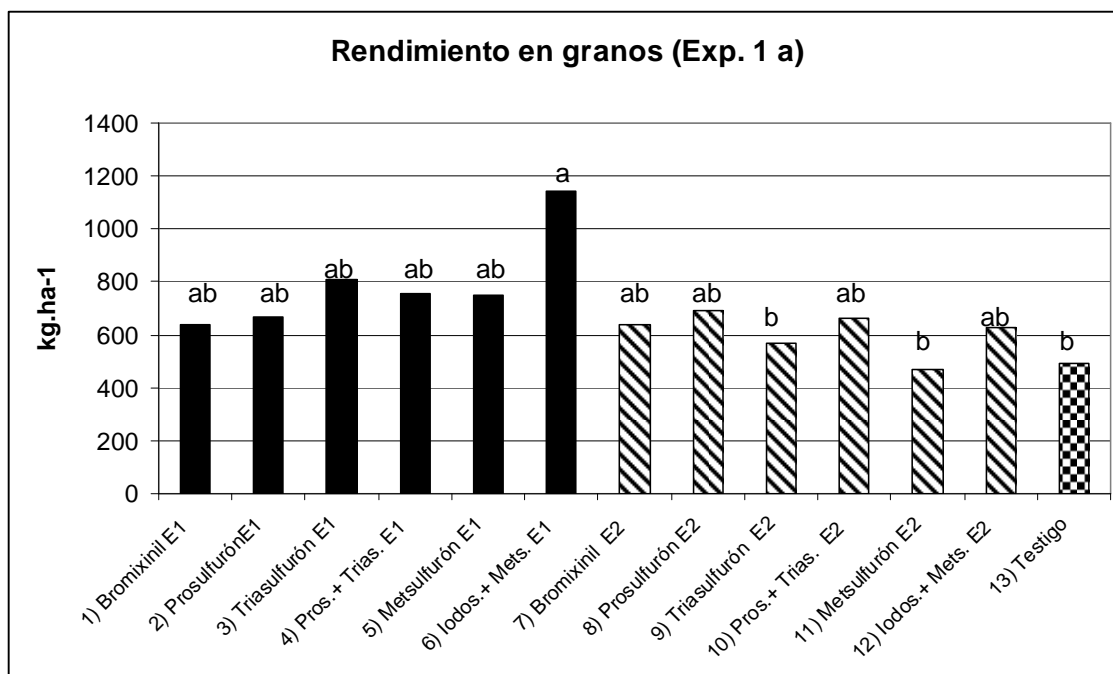


Figura 4.2. Rendimiento en grano de trigo (Exp. 1 (a)) CV 6,51%. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

4.5.2. Experimento 1 (b) : Evaluación de herbicidas en el estadio de macollaje del cultivo de trigo.

La Tabla 4.3. indica que los herbicidas de acción hormonal tuvieron una menor eficiencia que los del grupo sulfonilureas. El único que llegó al 80 % de control fue 2,4-D con el agregado de Metsulfurón. El herbicida más efectivo en este estadio de la maleza y el cultivo fue la mezcla de Prosulfurón+ Triasulfurón, que tuvo además la mayor reducción en la producción de semillas (Tabla 4.3.).

Tabla 4.3. Efectos de los herbicidas sobre la maleza 30 días después de la aplicación (Exp. 1b). Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Tratamientos	%Control	Nºsemilla.m ²
1) Pros.+ Trias.	88 a	1980 a
2) Metsulfurón	67 c	2685 ab
3) 2,4D + Mets.	80 ab	2385 ab
4) Picloram+2,4D	73 bc	2535 ab
5) Dicamba+2,4D	66 c	3465 bc
6) Iodos.+ Mets.	78 b	2565 ab
7) Testigo	1 d	4897 c
CV %	4,91	9,28

El rendimiento del cultivo fue bajo y no mostró diferencias significativas entre los herbicidas evaluados y el testigo ($p > 0,05$) (Fig. 4.2.).

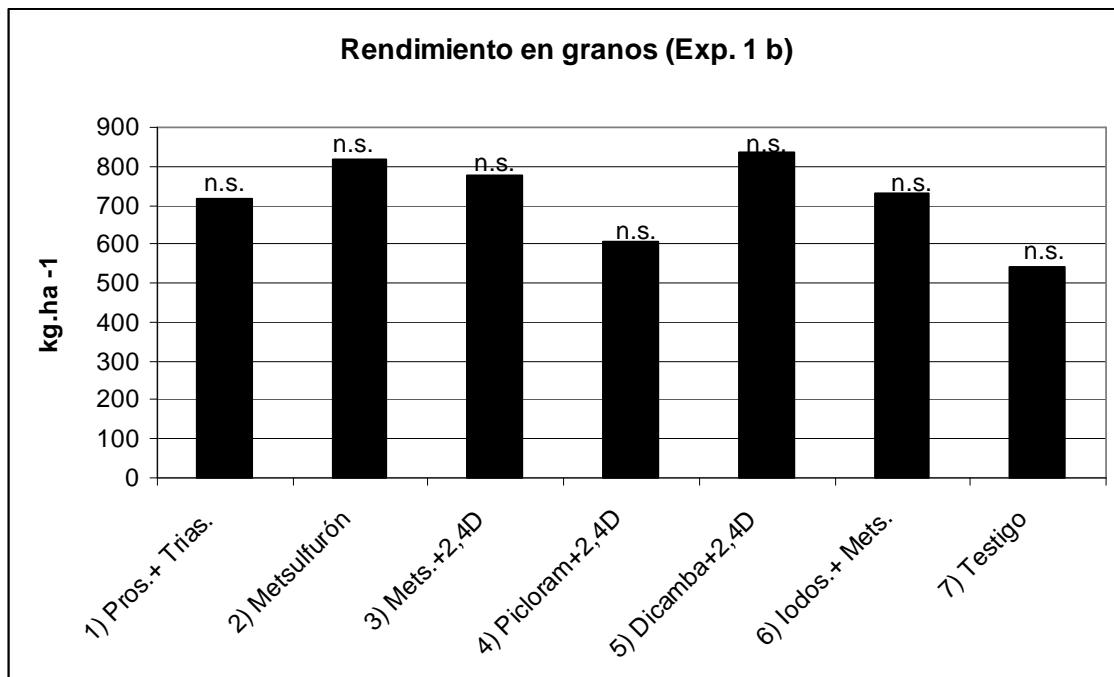


Figura 4.3. Rendimiento en grano de trigo (Exp. 1b) CV 16,24%.

4.5.3. Experimento 2: *Evaluación de herbicidas tradicionales y otros de reciente inscripción para el control de F.officinalis en trigo.*

En la Tabla 4.4. se observa que el número de semillas de la maleza luego de la aplicación de los herbicidas disminuyó significativamente ($p \leq 0,05$) respecto al testigo en los tratamientos con Triasulfurón, Prosulfurón + Triasulfurón, Prosulfurón + Triasulfurón + Dicamba, Iodosulfurón + Metsulfurón II, Iodosulfurón +Metsulfurón I y Aminopyralid + Metsulfurón.

La materia seca de la maleza no mostró diferencias significativas en ninguno de los tratamientos con respecto al testigo sin herbicida.

En cuanto al control visual, todos los tratamientos mostraron diferencias significativas con el testigo. Asimismo, como en los Exp. 1 a y b, los mejores resultados se observaron con Prosulfurón + Triasulfurón y Iodos. + Mets. II, ya que ambos superaron el 80 % de control.

En la Tabla 4.5. se observa que ninguna de las variables medidas (nº tallos, Materia seca y rendimiento en granos), mostraron diferencias significativas con respecto al testigo sin herbicida. De acuerdo a los resultados el metsulfurón (Trat. 5), pareciera haber ejercido una reducción en la producción del cultivo. Aunque ese efecto debería estudiarse con mayor profundidad para tener certeza de la posible fitotoxicidad.

Tabla 4.4. Efectos de los herbicidas evaluados sobre *F. officinalis* (Exp. 2) Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Herbicidas	Semillas.m ²	Mat. seca.m ²	Control %
1) Bromoxinil+ Diflufenican	5733,33 abc	5,61 n.s.	50 e
2) Triasulfuron	3100,00 cde	2,73 n.s.	65 bcde
3) Prosulfuron +Triasulfuron	1666,67 de	0,34 n.s.	85 ab
4) Pros. +Trias.+ Dicamba	2300,00 cde	1,06 n.s.	77 abc
5) Metsulfuron	5366,66 abc	5,72 n.s.	57 cde
6) Iodos. + Mets. II	1533,33 e	0,68 n.s.	92 a
7) Iodos. + Mets. I	2333,33 cde	2,02 n.s.	70 bc
8) Aminopyralis + Mets.	2633,33 cde	1,62 n.s.	72 abc
9) Flumetsulam	9033,33 a	5,3 n.s.	13 f
10) Carfentrazone + Mets.	4766,33 abcd	4,46 n.s.	60 cde
11) Clopyralid + Mets.	3733,33 abcd	0,68 n.s.	67 bc
12) Clorsulfurón + Mets.	5033,33 abcd	1,44 n.s.	60 cde
13) Pyroxulam + Mets.	5255,56 abc	7,51 n.s.	50 de
14) Piraflufen + Mets.	3166,67 bcde	3,04 n.s.	73 abc
15) Testigo	7800,00 ab	4,13 n.s.	1 g
CV %	9,12	39,63	9,93

Tabla 4.5. Variables evaluadas en el cultivo luego de los tratamientos con los herbicidas (Exp. 2) Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Herbicidas	Nº tallos . m ²	Mat. Seca m ²	Rendimiento granos (Kg.Ha ⁻¹)
1) Bromoxinil+ Diflufenican	250,00 ab	223,06 ab	1273,50 a
2) Triasulfuron	250,66 ab	214,38 ab	1307,95 a
3) Prosulfuron +Triasulfuron	259,34 ab	222,76 ab	1004,15 ab
4) Pros. +Trias.+ Dicamba	258,66 ab	218,84 ab	1136,40 ab
5) Metsulfuron	189,34 b	170,42 b	819,20 b
6) Iodos. + Mets. II	244,00 ab	217,16 ab	1257,90 a
7) Iodos. + Mets. I	257,34 ab	222,58 ab	1232,85 a

8) Aminopyralid + Mets.	268,66 a	249,44 ab	1336,60 a
9) Flumetsulam	226,66 ab	200,52 ab	1153,15 a
10) Carfentrazone + Mets.	240,00 ab	197,16 ab	1116,95 ab
11) Clopyralid + Mets.	239,34 ab	203,40 ab	1275,95 a
12) Clorsulfurón + Mets.	213,78 ab	183,36 ab	1179,60 ab
13) Pyroxulam + Mets.	264,66 ab	227,08 ab	1254,95 a
14) Piraflufen + Mets.	260,66 ab	242,24 ab	1274,35 a
15) Testigo	227,34 ab	194,00 ab	1160,10 a
CV %	5,3	3,63	3,56

4.5.4 Experimento 3 (a): Dosis-respuesta del herbicida glifosato sobre *F.officinalis* en el estado de plántula.

En la Tabla 4.6 pueden observarse diferencias significativas en el peso fresco por planta a partir de la aplicación de la mitad de la dosis comercial (463 g.Ha⁻¹), con respecto al testigo.

Tabla 4.6. Efecto de diferentes dosis de glifosato sobre el peso fresco por planta de *F.officinalis*, a los 20 días después de la aplicación. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Dosis	Peso fresco .planta ⁻¹ (g)
1) Testigo	3,44 a
2) 1/4X (232,5 g.Ha ⁻¹)	2,30 ab
3) 1/2X (463 g.Ha ⁻¹)	1,21 b
4) 1X (930 g.Ha ⁻¹)	1,06 b
5) 2X (1860 g.Ha ⁻¹)	1,38 b
6) 4X (3720 g.Ha ⁻¹)	0,90 b
CV %	15,34

En la Figura 4.4. se observa que el rango de dosis - respuesta se encuentra en valores menores a los 1000 g. pa.Ha⁻¹, y que con ese valor se alcanza un control mayor al 90 %. El % de supervivencia (1- % control), relativo al testigo, llega a valores del 90 % con ½ X, mientras que con ¼ X hubo 60 %. La dosis que controló el 50 % de la maleza, calculada de la ecuación de la curva, fue de 248,8 g p.a.Ha⁻¹.

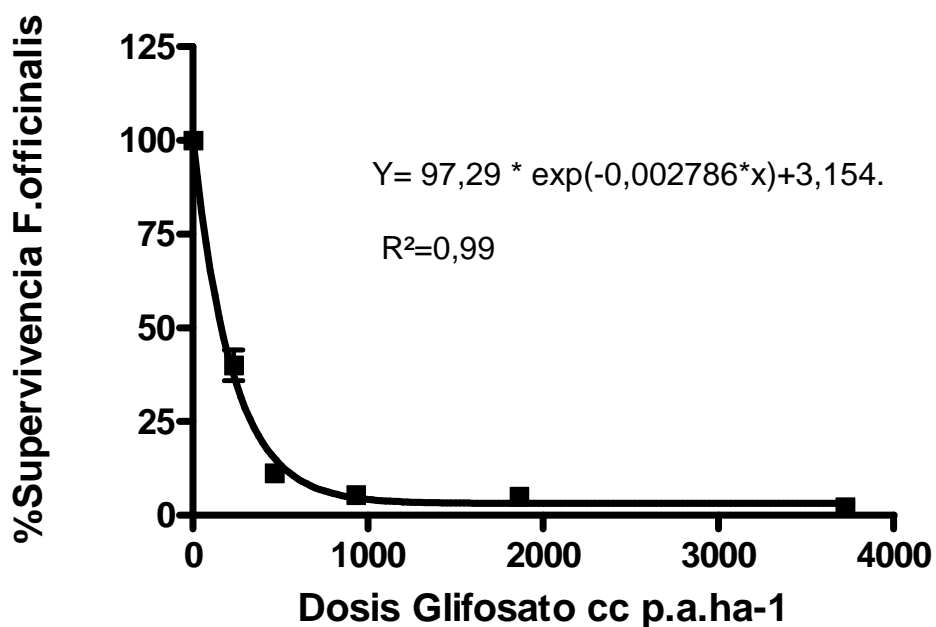


Figura 4.4. % Supervivencia de *F. officinalis* en plántula con dosis crecientes de glifosato.

4.5.5. Experimento 3 b: Dosis respuesta del herbicida glifosato sobre *F.officinalis* en el estado de floración.

Cuando las aplicaciones se realizaron en el estado de floración de la maleza, la reducción significativa del peso fresco por planta respecto al testigo

se evidenció a partir de la doble dosis recomendada comercialmente (1860 g p.a.Ha⁻¹) (Tabla 4. 7).

Tabla 4.7. Efecto de diferentes dosis de Glifosato sobre el peso fresco de *F.officinalis*, a los 20 días después de la aplicación. Letras distintas indican diferencias significativas (p≤0,05).

<u>Dosis</u>	<u>Peso fresco</u> <u>.planta⁻¹ (g)</u>
1) Testigo	5,61 a
2) 1/4X (232,5 g.Ha ⁻¹)	3,64 ab
3) 1/2X (463 g.Ha ⁻¹)	4,11 ab
4) 1X (930 g.Ha ⁻¹)	3,05 ab
5) 2X (1860 g.Ha ⁻¹)	1,84 b
6) 4X (3720 g.Ha ⁻¹)	1,11 b
CV %	15,34

En la Figura 4.5. se observa que la curva de dosis-respuesta se encuentra sensiblemente desplazada respecto a la calculada en la Figura 4.4. Los % de supervivencia más bajos se obtuvieron a partir de 1500 g. p.a.ha⁻¹ de producto comercial. De acuerdo a la ecuación de la curva obtenida la dosis que controló el 50 % de la maleza fue de 755,5 g pa.Ha⁻¹.

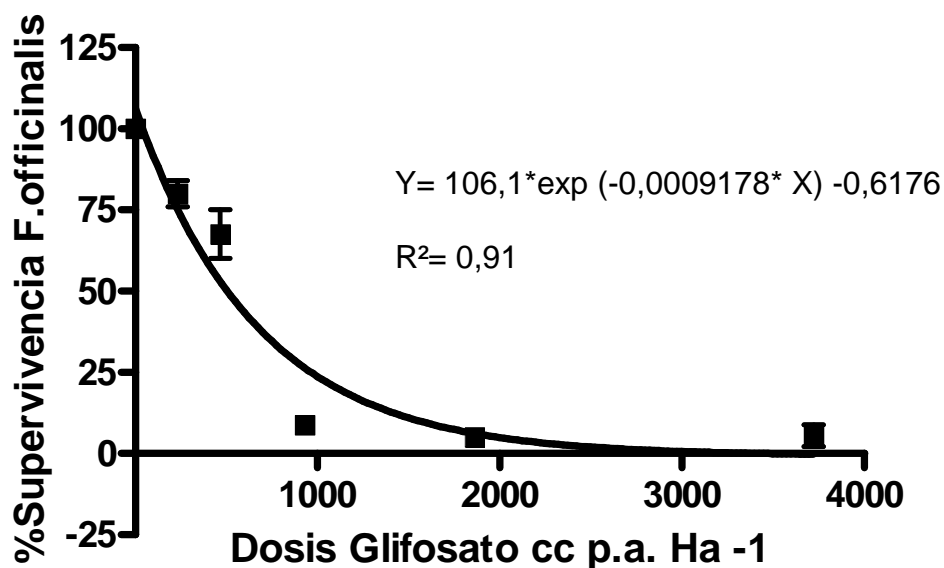


Figura 4.5. % Supervivencia de *F. officinalis* en floración con dosis crecientes de glifosato.

4.6. DISCUSIÓN

En los Exp.1 y 2, y en acuerdo con Courreges *et al.*, (1991) y Talgre *et al.*, (2004), los herbicidas del grupo Sulfonilureas (Prosulfurón + Triasulfurón e Iodosulfurón + Metsulfurón) fueron los que tuvieron mejor efectividad en el control y en la disminución de la producción de semillas de la maleza luego de la aplicación. Es probable que la efectividad de muchos de los herbicidas evaluados haya sido menor a la esperada debido al estrés hídrico de las plantas por la baja humedad en el suelo en los dos experimentos a campo en N. Levalle, resultados que coinciden con lo observado por Kogan y Pérez (2003). Las precipitaciones fueron muy escasas en esos años durante el ciclo del cultivo (204,5 mm en Exp1 y 218 mm en Exp. 2), lo que produjo rendimientos de grano muy bajos por parte del cultivo y las respuestas por parte de muchos herbicidas no mostraron diferencias con respecto al testigo sin

aplicación de herbicidas. Estos efectos sumados a la baja competencia de la maleza en el momento de la aplicación de los herbicidas (luego de las 2-3 hojas, ver capítulo III) estaría explicando la falta de diferencias significativas entre los tratamientos con herbicidas y el testigo.

Probablemente, los mayores % de control observados en las Tablas 4.2 y 4.4 se deban al efecto residual de los herbicidas en el suelo del grupo de las Sulfonilureas (Bedmar, 2004; Vigna, *et al.*, 2006). Estos herbicidas afectaron las posteriores cohortes de emergencia dentro del ciclo del cultivo (Exp. 1 y 2 del Capítulo II).

Si bien no se observaron grandes diferencias en el rendimiento en grano del cultivo luego del control de la maleza, resulta muy importante la disminución en la producción de semillas que ejercieron algunos productos sobre *F. officinalis*. Prosulfurón + Triasulfurón fue el que mayor efecto tuvo sobre esta variable: en el Exp. 1 la producción de semillas por planta en la primer época de aplicación (E1) disminuyó un 81,5 %, en la época 2 (E2) la redujo un 79,7 % y en el Exp. 1b, un 61,8 %. En el Experimento 2 la reducción en la producción de semillas fue mayor en Iodosulfurón + Metsulfurón II (dosis alta) con un 80,3%, pero ese mismo herbicida a la dosis recomendada comercialmente la redujo un 70 %. Mientras que Prosulfurón + Triasulfurón la redujo 78,6 % .

En cuanto a la efectividad del herbicida glifosato, muy utilizado en sistemas de siembra directa para realizar el barbecho antes de la siembra de trigo, se demostró que *F.officinalis* tiene una alta sensibilidad al producto en el estado de plántula (Exp. 3 a). La dosis que se recomienda para controlar *F.*

officinalis en barbecho es de 930 cc p.a..Ha⁻¹ (Monsanto, 2001). Cerda, *et al.*, (1999), informaron un buen control de *Fumaria parviflora* (10 cm de alto) con dosis de 1440 g. p.a. Ha⁻¹.

En estado de plántula se demostró que se puede obtener un 90% de control con la mitad de la dosis de glifosato que se recomienda normalmente a campo (Exp. 3). Este aspecto resultaría interesante para disminuir la aplicación de herbicidas en el marco de un manejo sustentable del cultivo (Fernández, 1982 y Sarandón, 2002). En estado de floración, en el cual frecuentemente se encuentra la maleza al momento de realizar un barbecho químico previo a una siembra tardía de trigo, fue necesario aplicar la doble dosis del herbicida para obtener un buen control de la maleza (Exp. 4).

CAPITULO V

CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS

En Argentina, *F. officinalis* invade cultivos de trigo principalmente en la región del sur y suroeste de la prov. de Buenos Aires ocupando los partidos de Patagones, Villarino, Bahía Blanca, Cnel. Rosales, Oeste de Tornquist, sur de Puan y oeste de Saavedra (Gigón *et al.*, 2008). En los dos primeros (Villarino y Patagones), *F. officinalis* es la maleza más importante (Rivas *et al.*,1991; Gigón *et al.*, 2008).

Debido a su peso y tamaño, las semillas no tienen la capacidad de diseminarse por el viento. Sin embargo, debido a su forma circular, en la región en estudio poseen la propiedad de desplazarse por rodamiento en días de viento y poca cobertura de suelo. Asimismo, el ciclo de vida de la maleza finaliza antes que el cultivo de trigo (ver Cap. III), por lo que a la cosecha no quedan restos en pie como para que las máquinas cosechadoras recolecten semillas junto con el grano de trigo. Esta observación también fue informada por Chancellor (1985) para la región de Oxfordshire, Inglaterra.

En cuanto a la diseminación por insectos, Marshall *et al.*, (2001) indican que generalmente *F. officinalis* es muy poco atraída por estos invertebrados. Sin embargo, las hormigas (principalmente *Acromirmex lundí*) cumplirían una función importante en la diseminación de las semillas a cortas distancias (Pemberton e Irving, 1990; Moerkerk, 1999), hecho que también es frecuente observar en lotes de la región en estudio con abundancia de la maleza. Según

estudios realizados en diferentes especies de pájaros, las semillas de *F. officinalis* no aparecen en la dieta de casi ninguna de las aves estudiadas, salvo en una o dos especies de paloma, concluyéndose que la dispersión por pájaros es muy baja para esta especie (Campbell *et al.*, 1997). Así, en principio esta especie no posee los mecanismos más frecuentes de dispersión de las malezas (cosechadoras, cuerpos extraños en semillas de cultivos, viento, agua, pájaros), por lo que sería interesante realizar estudios en la temática de sus estrategias de dispersión e invasión.

Evaluando específicamente las características edafoclimáticas de los partidos de Villarino y Patagones (punto 1.2 del Cap. I), surge que presentan suelos predominantemente con pH alto y de textura franco-limosa (Sanchez *et al.*, 1998). Esta característica edáfica de suelos alcalinos y de textura gruesa, coincide con las señalada por otros autores para el óptimo crecimiento de *F. officinalis* (Allan, 1978; Holm *et al.*, 1997). Esta región se caracteriza por tener una precipitación oscilante entre 420 mm y 560 mm, siendo un clima de semiárido a árido (Sanchez *et al.*, 1998). *F. officinalis*, a diferencia de otras malezas de mayor importancia en el sudoeste bonaerense, se adapta a condiciones de estrés hídrico y falta de humedad para crecer y desarrollarse (Bond *et al.*, 2007)

Los estudios realizados en esta tesis sobre la emergencia de la maleza a campo, demostraron que la especie tiene un pico de emergencia de plántulas muy marcado en el otoño e invierno (meses de mayo, junio, julio y agosto, Fig. 2.1 y Tabla 2.1.). Este pico coincide con la siembra e implantación de trigo en la

región, lo que explica que provoque perjuicios en su producción (Tabla 3.6 y 3.8.)

La emergencia de *F.officinalis* en el campo disminuyó marcadamente en los suelos sin disturbio, lo que podría explicarse por la compactación del suelo en la parte superficial, causada generalmente a campo por el pisoteo del ganado. Esto se agravó por la falta de humedad en la superficie del perfil debido a las escasas precipitaciones ocurridas en los años de experimentación (Fig. 2.2 y 2.3). Asimismo, se puede inferir que las labranzas del suelo favorecieron la emergencia de las plántulas al romper la compactación superficial y también al ubicar a las semillas en una posición del perfil más profunda, donde la humedad es mayor en momentos de escasas precipitaciones. La profundidad de entierro de las semillas provocaría una disminución muy marcada en la emergencia a profundidades mayores a los 10 cm (Fig. 2.5), por lo que no se afectaría mayormente con la utilización de una rastra de discos liviana trabajando aproximadamente a esa profundidad.

La materia orgánica de los suelos de la región es generalmente escasa, con valores de alrededor del 1 %. *F.officinalis* se comportó como eficiente en la captación de nitrógeno, respondiendo fuertemente a la fertilización especialmente en la producción de semillas (Tabla 3.2). Evaluando la competencia, la agresividad del cultivo frente a la maleza disminuyó con el agregado de nitrógeno al suelo (Tabla 3.5.).

El momento de emergencia relativo entre el cultivo y la maleza jugó un rol muy importante en los experimentos de competencia entre *F. officinalis* y *T.*

aestivum. Los perjuicios ocasionados por *F. officinalis* al cultivo se manifestaron principalmente cuando la emergencia de la maleza fue anterior o simultánea al cultivo (Tabla 3.7). En cambio, la emergencia de las plántulas posterior a las tres hojas del cultivo no afectó la producción de trigo en los experimentos realizados en los años de estudio (Tablas 3.6 y 3.7).

En cuanto a los herbicidas para controlar *F. officinalis*, si se pretende un control en barbecho antes de la siembra de trigo, el glifosato demostró tener una alta eficacia (DL_{50} : 248,8 g p.a.Ha⁻¹) cuando las plantas se encontraban en etapa vegetativa. En estado de floración, la DL_{50} fue de 755,5 g pa.Ha⁻¹ (Fig. 4.3 y 4.4.). Lo anterior resulta interesante dada la posibilidad de realizar una disminución en la aplicación de agroquímicos al ambiente y de esta forma reducir los costos del productor y al mismo tiempo preservar los recursos naturales. También se evaluaron herbicidas postemergentes del cultivo de trigo, demostrando tener muy buena acción los de la familia sulfonilureas, principalmente triasulfurón + prosulfuron (Peak Pack[®]) e iodosulfurón + metsulfurón (Hussar[®]) (Tablas 4.2. y 4.4.). Si bien resultaron eficientes algunos herbicidas evaluados, la producción del cultivo no mostró diferencias con el testigo enmalezado, posiblemente debido a los bajos rendimientos regionales provocados por las escasas precipitaciones. Asimismo, los dos productos antes mencionados disminuyeron significativamente la producción de semillas de la maleza, lo que produciría una reducción en la recarga del banco de semillas del suelo.

Las principales conclusiones de esta tesis se pueden resumir en:

- La emergencia de la maleza se produce en el otoño e invierno, y se estimula principalmente por las precipitaciones y las labranzas del suelo.
- En la interferencia cultivo – maleza, *F. officinalis* demostró ser un buen competidor por nitrógeno del suelo frente al trigo.
- La competencia que ejerce la maleza sobre el cultivo es baja y los mayores perjuicios se observan cuando la emergencia ocurre antes de las 2-3 hojas del cultivo y en altas densidades de la maleza.
- Los herbicidas postmergentes selectivos de trigo prosulfurón + triasulfurón e iodosulfurón + metsulfurón tienen muy buena efectividad sobre la maleza.
- El herbicida glifosato tiene muy buena efectividad inclusive en dosis bajas, dependiendo del estado fenológico de la maleza.
- Se puede realizar un manejo sustentable de *F. officinalis*, adelantando la fecha de siembra del cultivo, monitoreando las densidades de infestación y reduciendo las dosis de aplicación de herbicidas según el estado fenológico de la maleza.

BIBLIOGRAFIA

- Allan, M. 1978. Weeds. New York: Viking Press. 191 pp.
- Amen, R. D. 1968. A model of seed dormancy. Bot. Rev. 34: 1- 31.
- Arregui, M. C. y Puricelli, E. 2008. Mecanismo de acción de plaguicidas 1ª Edición. Impreso por Acquatint. Rosario. Argentina. 208 pp.
- Audus, L. J. 1976. Herbicides. Physiology, Biochemistry, Ecology. Vol. 2. Ed. L.J. Audus. Academic Press, London. 564 pp.
- Barelli, E.; Mormeneo, I.; Bravo, O. y Deleo, S. 2008. El riesgo agroclimático del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) de secano en partidos de la provincia de Buenos Aires. Actas de XII Reunión Argentina de Agrometeorología, 8 al 10 de octubre de 2008. San Salvador de Jujuy: 4 pp.
- Baskin, C. y Baskin J. 1998. Cap. 3: types of seed dormancy. En: Seeds, Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego: 27- 48.
- Bedmar, F. 2004. Residualidad de herbicidas en el suelo. Actas de la 21ª Jornada de actualidad en cosecha gruesa. Mar del Plata 13 de agosto de 2004: 13:21.

- Benvenuti, S.; Machia, M. y Miele, S. 2001. Quantitative analysis of emergence of seedlings from buried weed seeds with increasing soil depth. *Weed Sci.* 49: 528-535.
- Berti, A.; Dunan, C. M.; Sattin, M.; Zanin, G. y Westra, P. 1996. A new approach to determine when to control weeds. *Weed Sci.* 44: 496-503.
- Bhowmik, P. C. 1997. Weed biology: important to weed management. *Weed Sci.* 45:349-356.
- Bond, W.; Davies, G. y Turner. R. 2007. The biology and non-chemical control of Common Fumitory (*Fumaria officinalis* L.) HDRA, Ryton Organic Gardens, Coventry, CV8, 3LG, UK. 4 pp.
- Burril, L.C.; Cárdenas J. y Locatelli E. 1977. Manual de campo para investigación en control de malezas. Internacional Plant Protection Center. Oregon State University. USA. 64 pp.
- Cabrera A. L. 1951. Territorios fitogeográficos de la República Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica Vol. IV, Nros. 1-2. 531 pp.
- Cabrera A.L. 1967. Flora de la provincia de Buenos Aires. Ed. Colección Científica INTA. Tomo IV: Oxalidáceas a Umbelíferas. Buenos Aires. 671pp.

- Campbell, L. H; Avery M. C.; Donald P.; Evans A.D.; Green R. E. y Wilson J. D. 1997. A review of the indirect effects of pesticides on birds, Rep. N° 227. Joint Nature Conservation Commite, Peterborough. 47 pp.
- Capelli de Steffens, A. y A. Campo de Ferreras. 1994. La transición climática en el sudoeste bonaerense. Serie Monografías, Sigeo, Bahía Blanca: 1-51
- CASAFE (Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes), 2007. 13° Edición. Guía de Productos Fitosanitarios para la República Argentina. Tomo II. 1064 pp.
- Catullo, J.C. e Istillart, C. 1983. Incidencia de las malezas en trigo y su relación con la fertilización. Rev. Malezas 11(2):177-203.
- Cerda, J.J; Mendoza M.; Santiago J.; Nieto F. y Cortez S. 1999. Combate químico de malezas en manzano (*Pyrus malus* L.): coadyuvantes. Agronomía Mesoamericana 10(1): 7-15.
- Chaila, S. 1986. Métodos de evaluación de malezas para estudios de población y de control. Malezas. Revista de las Asociación Argentina para el control de las malezas. Vol 14 (2): 5-78.
- Chauhan, B. S. y Jonson, D. E. 2008. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of Eclipsa (*Eclipsa próstata*) in a tropical environment. *Weed Sci.* 56: 383:388.

Chancellor, R. J. 1985. Maps of the Changes in the Weeds of Boddington Barn Field over Twenty Years (1961–1981). Yarnton, Oxfordshire: Technical Report of the Agricultural and Food Research Council. Weed Research Organization 84, pp. 1–38.

Chancellor, R. J. 1986. Decline of arable weed seeds during 20 years in soil under grass and the periodicity of seedling emergence after cultivation. *Journal of Applied Ecology* 23: 631-637.

Cobb, A. 1992. *Herbicides and Plant Physiology*. Chapman and Hall. London, Great. Britain. 176 pp.

Cousens, R. y Mortimer. M. 1995. *Dynamics of Weed Populations*. Cambridge: Cambridge University Press. 332 pp.

Courreges, D; Biffis, F. y Maddaloni, A. 1991. Efecto de diferentes dosis y aditivos de la mezcla de Triasulfurón 2 % + Terbutrina 60 % sobre malezas en el cultivo de trigo. Actas de XII Reunión Argentina sobre la Maleza y su Control. Trabajos y comunicaciones Tomo 2. Cultivos de cereales. 9,10 y 11 Octubre de 1991. Mar del Plata. Argentina. 4 pp.

Crafts, A. S. 1975. Cap. 6. Principles of Weed Control. En: *Modern Weed Control*. University of California Press: 101-124.

- Dawson, J. H. 1977. Competition of late-emerging weeds with sugarbeets. *Weed Sci.* 25: 206-208.
- De la Peña, M. R. 1997. Catálogo de nombres vulgares de la Flora argentina (lista preliminar). Universidad Nacional del Litoral. Centro de publicaciones. 195 pp.
- Doll, J. 1996. Capítulo 3: Dinámica y complejidad de la competencia de malezas. En: Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120): 29-34.
- Ervio, L. 1981. The emergence of weeds in fields. *Ann. Agric. Fenniae* 20: 292-303.
- Faccini, D. y Vitta, J. 2007. Efecto de la profundidad de siembra, cobertura de rastrojo y ambiente térmico sobre la germinación y emergencia de *Amaranthus quitensis* K. *Agriscientia*, Vol. XXIV (1): 19-27.
- Fernández, O.A. 1982. Manejo Integrado de Malezas. Planta Danhina. Vol 2: 69-79.
- Forcella, F.; Webster, T.; y Cardina, J. 2004. Protocolos para la determinación de bancos de semillas de malezas en los agrosistemas. En Manejo de malezas para países en desarrollo Addendum I. Editado por R. Labrada. Estudio FAO Producción y Protección vegetal 120. 305 pp.

- Forcella, F.; Benech- Arnold, R. L.; Sanchez, R. y Gherza, C.M. 2000. Modelling seedling emergence. *Field crops research* 67: 123-139.
- Froud-Williams, R. J., Chancellor, R. J. y Drenan, D. S. H. 1984. The effects of seed burial and soil disturbance on emergence and survival of arable weeds in relation to minimal cultivation. *Journal of Applied Ecology* 21: 629-641.
- Gallandt, E. y Weiner, J. 2007. Crop – weed competition. *Encyclopedia of Life Sciences*. John Wiley & Sons, Ltd. 8 pp.
- García Torres, L. y Fernández Quintanilla, C. 1991. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi-Prensa. 348 pp.
- Gigón, R; Labarthe, F.; Lageyre, E.; Vigna, M.; López, R.; Vergara, M. y Varela, P. 2008. Comunidades de malezas en cultivos de trigo en el Sur y Sudoeste de la provincia de Buenos Aires. (CD) Actas de VII Congreso Nacional de Trigo - Julio 2008 - Santa Rosa, La Pampa. 4 pp.
- González Montaner, G. y Mailland, J. H. 1990. Competencia temprana entre trigo y malezas. Actas 2º Congreso de trigo, Pergamino, 1990. 10 pp.
- Griffith, D., Mannering, J., Moldenawer, W. 1977. Conservation tillage in the Eastern Corn Belt. *J. of Soil and Water Cons.* 32: 20-28 pp.

- Guglielmini, A. C; Batlla, D y Benech-Arnold, R. 2003. Cap. 21 Bases para el control y manejo de malezas. En: Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Ed. Satorre, E. H.; Benech – Arnold, R; Slafer, G; de la Fuente, E; Miralles, D; Otegui, M. y Savin, R. : 281-614.
- Hakanson, S. 2003. Cap. 7: Competition in plant stands of short duration. En: Weeds and Weed Management on Arable Land: an Ecological Approach. 81-118.
- Harrison, S. K. y Loux M.M. 1995. Cap. 5: Chemical weed management. En: Handbook of weed management systems. Ed. Albert E. Smith. Marcel Dekker, Inc. New York. 101-153.
- Heenan, D.P.; Taylor, A.C.; Cullis, B.R. y Lill, W.J. 1994. Long term effects of rotation, tillage and stubble management on wheat production in southern NSW Aust J Agric Res 45: 93–117.
- Hewson, R.T. y Roberts, H.A. 1971. The effect of weed removal at different times on the yield of bulb onions. J. Hort. Sci. 46: 471-483.
- Hewson, R. T. and Roberts, H.A. 1973. Some effects of weed competition on the growth of onions. J. Hort. Sci. 48: 51-57.
- Holm, L.; Doll, J. ; Holm, E. Pancho, J. and Herberg, J. 1997. Cap. Forty –four. World Weeds. Natural Histories and Distribution. Nex York: J. Wiley. 366-372 .

INTA Ascasubi. 2009. En [http:// www.inta.gov.ar/ascasubi/ins/influencia.htm](http://www.inta.gov.ar/ascasubi/ins/influencia.htm).
(20/04/09).

Istilart, C. M. 1991. Relevamiento de malezas en cultivos de trigo en los partidos de Tres Arroyos, Gonzáles Chaves y Necochea. MAA - INTA. Mar del Plata. XII Reunión Argentina de malezas y su control (2) : 87 - 96.

Jeffery, L. y Nalewaja, J. 1970. Studies of achene dormancy in fumitory *Weed Sci.* 18: 345-348 .

Jeffery, L. y Nalewaja, J. 1973. Changes in fumitory achenes during low temperature after ripening. *Weed Sci.* 21: 310-313.

Klingman, G. C. y Ashton, F. M. 1975. *Weed Science: Principles and Practices*. John Wiley & Sons. 431 pp.

Kogan, M. A. 1992. *Malezas. Ecofisiología y estrategias de control*. Eds.: Lira J.E. y Kogan, M.A. Primera edición. Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Chile. 402 pp.

Kogan, M. A. y Pérez, A. 2003. *Herbicidas. Fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción*. Ediciones Universidad de Chile. 333 pp.

Lamberto, S.; Valle, A.; Aramayo, E. y Andrada, A. 1997. Manual ilustrado de la plantas silvestres de la región de Bahía Blanca. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. 548 pp

Lawson, H. y Wiseman, J. 1974. Weed competition. Rep. Scottish Hortic. Res. Sta. 1974, Dundee: 1-24.

Lowery, B. y Stoltenberg, D.E. 1998. Tillage systems and crop residue management impacts on soil physical properties: Implications for weed management. In J.L. Hatfield, D.D. Buhler, and B.A. Stewart, eds. Integrated Weed and Soil Management. Ann Arbor Press, Chelsea, MI: 87-105.

López R.L. 1980. Relevamiento preliminar de las malezas que afectan los cultivos del área de influencia de la EEA Bordenave. Informe inédito. Coordinación Grupo Malezas A.R.E.C. EEA Bordenave. INTA. 50 pp.

Marshall, J.; Brown, V.; Boatman, N.; Lutman, P. y Squire, G. 2001. The impact of herbicides on weed abundance and biodiversity. Defra PN0940. A report for the UK Pesticides Safety Directorate. Bristol: IACR Long Ashton Research Station. 134 pp.

Marzocca A. 1976. Manual de Malezas. Editorial Hemisferio Sur. 564 pp.

- Milberg, P.; Andersson, L. y Thompson, K. 2000. Large-seeded species are less dependent on light for germination than small-seeded ones. *Seed Science Research*. 10: 99-104.
- Mitich, L. W. 1997. Fumitory (*Fumaria officinalis* L.) N° 59 of the series "Intriguing World of Weeds" *Weed Technology* 11: 843-845.
- Moerkerk, M. 1999. Fumitory management. Integrated Weed management results from a workshop. Coolamon New South Wales. Wednesday 20 October, 1999. 25 pp.
- Mohler, C. L. 1993. A model of the effects of tillage on emergence of weed seedlings. *Ecological Applications* Vol. 3 N° 1: 53-73.
- Mohler, C. L. y Galford, A. E. 1997. Weed seedling emergence and seed survival: separating the effects of seed position and soil modification by tillage. *Weed Research* 37: 147-155.
- MONSANTO ARGENTINA SAIC. 2001. Manual de Uso. Roundup Full II. Monsanto Argentina SAIC. 21 pp
- Morán, M. S.; Costa, J.L.; Calviño, P. y Rodríguez, J. C. 2000. Influencia del pastoreo de verdeos sobre algunas propiedades físicas del suelo y del cultivo de soja en un sistema de siembra directa. En *Actas XVII Congreso argentino de la ciencia del suelo*. Mar del Plata , Buenos Aires, Argentina. 10 pp.

Mortimer, A. M. 1990. The biology of weeds. En: Weed Control Handbook: Principles. British Crop protection Council. Blackwell Sci. Publications. 42 pp.

Murrumbidgee Catchment Management Authority. 2008. En: <http://www.murrumbidgee.cma.nsw.gov.au>

Muzik, T. J. 1970. Cap. 2: Principles of herbicide usage. En: Weed Biology and Control. McGraw-Hill Book company: 15-28.

Pemberton R. W. e Irving D W. 1990. Elaiosomes on weed seeds and the potential for myrmecochory in naturalized plants. *Weed Sci.* 38, 615-619.

Pareja , M. R. y Staniforth, D. W. 1985. Seed-soil characteristics in relation to weed seed germination. *Weed Sci.* 33:147-155.

Perez, M.; Scianca, C.; Barraco, M. Y Alvarez, C. 2008. Eficacia del control de malezas en cultivos de trigo. En actas de VII Congreso Nacional de Trigo - Julio 2008 - Santa Rosa, La Pampa. 4 pp.

Petunova, A. 1995. Controlling Weeds Resistant to 2,4 D in Russian cereal crops. *Resistant pest management* 7 (2) : 23-26.

- Puricelli, E. C.; Faccini, D. E.; Orioli, G. A. y Sabbatini, M. R. 2003. Spurred Anoda (*Anoda cristata*) Competition in Narrow – and Wide-Row Soybean (*Glycine max*). *Weed Tchnology* 17: 446-451.
- Puricelli, E. C. y Tuesca, D. 1997. Análisis de los cambios en las comunidades de malezas en sistemas de siembra directa y sus factores determinantes. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad nacional de La Plata*. 102 (1): 97-117.
- Rivas, J.; Agamenoni, R.; Matarazzo, R. y Dotta, J. 1991. Evaluación de herbicidas postemergentes para el control de *Fumaria officinalis* en trigo en los partidos de Villarino y Patagones. *Boletín técnico N°1*. INTA. EEA Hilario Ascasubi. 11 pp
- Roberts, H. and P. Feast. 1972. Fate of seeds of some annual weeds in different depths of cultivated undisturbed soil. *Weed Res.* 12: 316-324 pp.
- Ross M.A, Lembi C.A. 1985. *Applied Weed Science*. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota USA. 340 pp
- Sabbatini, M. R.; Irigoyen, J. & Vernavá, N. 2004. Estrategias para el manejo integrado de malezas: problemática, resistencia a herbicidas y aportes de la biotecnología. En: *Biotecnología y Mejoramiento Vegetal* (eds. Echenique,V; Rubinstein, C & Mroginski, L) INTA. Buenos Aires: 343-353.

- Salisbury, F. y Ross, C. 1992. Fisiología de las Plantas. Thomson Learning. España. 759 pp.
- Sánchez, R.; A. Pezzola, y J. Cepeda 1998. Caracterización edafoclimática del área de influencia del INTA EEA Hilario Ascasubi. Partidos de Villarino y Patagones, Pcia. de Buenos Aires. Boletín de divulgación N°18. EEA Hilario Ascasubi, Bs. As. 72 pp.
- San Román, E. y Fernández, O. A. 1993. Incidencia de la compactación del suelo en la emergencia de *Polygonum convolvulus* L. En XII reunión Argentina sobre la maleza y su control, Mar del Plata, 9-11 de octubre de 1991. Trabajos y Comunicaciones, Tomo 1: Investigación Básica: 119-122.
- Sarandón, S. J. 2002. Cap. 17: Manejo de malezas en la agricultura sustentable. En : Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas: 331 – 361.
- Satorre, E. H. 1988. The competitive ability of spring cereals. PhD Thesis, University of Reading, Reading UK. 100 pp
- Satorre, E. H. 1990. Competencia entre trigo (*Triticum aestivum*) y malezas. II El efecto de la fecha de siembra del cultivo. Actas 2º Congreso de trigo, Pergamino, 1990. 9 pp

- Satorre, E. H. y Kammerath, C. 1990. Competencia entre Trigo (*Triticum aestivum*) y malezas. IV naturaleza de la competencia. Actas 2º congreso de trigo, Pergamino 1990. 11pp.
- Scursoni, J. y Martin. A. 2008. Relevamiento de Malezas en Cultivos de Trigo (*Triticum aestivum* L.) del Sur de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. CD del XVIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas, Ouro Preto, Brasil, 4 al 8 de mayo de 2008. 10pp.
- Seefeldt, S.S.; Jensen, J. y Fuerst, E. P. 1995 Log –logistic analysis of herbicides dose – response relationships. *Weed Technology* 9: 218-227.
- Snaydon, R. W. y Satorre, E. 1989. Bivariate diagrams for plant competition data : modifications and interpretations. *J. Appl. Ecol.* 26: 1043-1057.
- Talgre, L.; Laurigson, E.; Koppel, M.; Nurmekivi,H. y Uusna, S. 2004. Weed control in spring barley by lower doses of herbicide in Estonia. *Agronomijas vestis. Latvian journal of agronomy.* No 7 .Llu. 2004. 171-175.
- Teyker, R. H.; Hoelzer, H.D. y Liebl, R.A.. 1991. Maize and pigweed response to nitrogen supply and form. *Plant and Soil* 135: 287-292.

- Tottman, D. R. y Makepeace, R. J. 1979: An explanation of the decimal code for the growth stages of cereals, with illustrations. *Ann. Appl. Biol.* 93, 221—234.
- Vanhala, P. y Pietola, L. 2003. Effect of conservation tillage and peat application on weed infestation on a clay soil. *Agricultural and food science in Finland*. Vol. 12: 133-145.
- Venanzi, S., de Sa Pereira, E. y Kruger, H. 2002. La siembra directa y la ganadería. Efectos del pastoreo sobre la compactación a corto plazo. En *Actas del XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. Abril 2002 Puerto Madryn, Chubut, Argentina. 7 pp.
- Venanzi, S., Vallati, A, y Kruger, H. 2004. Crecimiento temprano del trigo en función de la densidad aparente del suelo. En *Actas del VI Congreso Nacional de trigo y IV Simposio Nacional de cereales de siembra otoño invernal*. Octubre de 2004, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. 6 pp.
- Vidal, C. M. y Costa, J. L. 1998. Evaluación de algunas propiedades físicas en sistemas de labranza reducida y siembra directa. En *Actas del XVI Congreso Argentino de la Ciencia del suelo*. Mayo 1998. Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina. 5 pp.
- Vigna, M. R. y López, R. L. 1998. Control de *Fumaria sp.* en trigo en el SO de Buenos aires. *Actas del IV Congreso Nacional de trigo, II Simposio*

Nacional de Cereales de Siembra Otoño-invernal, Mar del Plata 11 al 13 de noviembre. 4 pp.

Vigna, M. R. y López, R. L. 2001. Control de malezas en presiembra de trigo en siembra directa. Actas del V Congreso Nacional de trigo. 25 al 28 de septiembre Villa Carlos Paz, Cordoba, Argentina. 3 pp.

Vigna, M.; López, R. ; Gigón R. 2006. Evaluación de la persistencia de metsulfurón e iodosulfurón en suelos de SO de buenos Aires. En Actas XX Congreso Argentino de la ciencia del suelo. 698 pp.

Vitta, J.; Faccini, D.; Nisensohn, L.; Puricelli, E.; Tuesca, D.; Leguizamón, E.; 1999. Las malezas en la región sojera nucleo argentina: situación actual y perspectivas. Universidad Nacional de Rosario Editora. 47 pp.

Wareing, P.F.1965. Endogeneous inhibitors in seed germination and dormancy. En : Encyclopedia of Plant Physiology 15 (2) Springer-Verlag, N. York. 909-924.

Weigelt, A. y Jollife, P. 2003. Indices of plant competition. Essay review. Journal of Ecology 91: 707-720.

Wiles, L. J. y Schweizer, E. E. 1999. The cost of counting and identifying weed seeds and seedlings. *Weed Sci.* 47: 667-673.

Yenish, J. P., Doll, J. D. y Buhler D. D. 1992. Effects of tillage on vertical distribution and viability of weed seed in soil. *Weed Sci.* 40: 429-433.

Weed Science Society of América. 1979. Herbicide Handbook. Fourth Edition WSSA . 479 pp.

Zadok, J. C., T.T. Chang and C. F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereal. *Weed research*, 14: 415-421.

Zimdhal, R. L. 1980. Weed-crop competition: A Review. Oregon State University. International Plant Protection Center. 49 pp.

Zimdhal, R. L. 1988. The concept and application of the critical weed-free period. En: Altieri, M.A. y Liebman, M., eds. *Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches*: 145-155