

CONTROL DE AVENA NEGRA (*Avena fatua* L.) CON APLICACIÓN DE TRIFLURALINA EN CULTIVOS DE CEBADA CERVECERA (*Hordeum vulgare* L.)

J.A. SCURSONI¹

Recibido: 18/12/05

Aceptado: 12/06/06

RESUMEN

Con el objetivo de estudiar los efectos de la trifluralina en: (i) el control de avena negra y (ii) el establecimiento y rendimiento de cultivares de cebada, se realizaron dos experimentos de campo y dos en condiciones controladas. A campo, se evaluaron tres dosis del herbicida trifluralina (576, 768 y 1.056 g i.a./ha) en el cultivar Quilmes Alfa y el efecto de una sola dosis (528 g i.a./ha) en diferentes sistemas de siembra y dosis de fertilización fosforada, en los cultivares Q. Alfa y Dominique. En condiciones controladas se estudió: (i) el efecto de la trifluralina y la temperatura en la emergencia de cebada y (ii) el efecto de la trifluralina en la emergencia de avena negra según la posición de la semilla en el perfil. A campo se observó que la dosis máxima redujo el número de plantas del cultivo y también fueron registradas diferencias entre cultivares, siendo Dominique más sensible que Q. Alfa. En condiciones controladas, la temperatura no modificó el efecto de la trifluralina en la emergencia del cultivo y la eficacia de control de avena negra no fue afectada por la profundidad de la semilla.

Palabras clave. Trifluralina; avena negra en cebada.

WILD OAT (*Avena fatua* L.) CONTROL WITH TRIFLURALIN ON BARLEY CROPS

SUMMARY

Field and controlled conditions experiments were carried out with the aim of studying the effect of trifluralin on: (i) establishment and yield of barley crops and (ii) on control of wild oat. On field experiments the effect of three different rates of trifluralin (576, 768 y 1,056 g/ha) on barley cv. Quilmes Alfa and the response of different cultivars (Q. Alfa and Dominique) to a standard rate of the herbicide (528 g/ha) in different sowing systems and phosphorous fertilization were studied. On controlled conditions experiments: (i) the effect of trifluralin and temperature on barley emergence and (ii) the effect of the depth of wild oat seeds in the soil on weed control by trifluralin were studied. On field experiments, the highest rate (1,076 g/ha) reduced the number of barley plants. In addition, Dominique was more sensible than Q. Alfa. On controlled conditions, there was not significant interaction between temperature and trifluralin on barley emergence; Wild oat control by trifluralin was not dependent of seed depth.

Key Words. Trifluralin, wild oat in barley crops.

INTRODUCCIÓN

La avena negra (*Avena fatua* L.) es una de las malezas más importantes en cultivos de cereales de invierno en todo el mundo (Simpson, 1990). En la Argentina, es muy frecuente en una extensa área del sur de la provincia de Buenos Aires en la cual se concentra aproximadamente el 50% del área total sembrada con trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada (*Hordeum*

vulgare L.) (SAGyP 2005). En relevamientos realizados por Scursóni (1995), se registró presencia de avena negra en el 84% de los lotes sembrados con cebada cervecera en el sudoeste bonaerense.

El control de avena negra en cultivos de cebada en la Argentina, es mayoritariamente realizado mediante el uso de herbicidas postemergentes selectivos tales como diclofop-metil. No obstante, el

¹Cátedra de Producción Vegetal. FAUBA. Av. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires, Argentina.

uso de estos herbicidas representa un porcentaje importante del costo de producción del cultivo.

Durante la década de los noventa, se expandió el uso del herbicida trifluralina para el control de avena negra, en cultivos de trigo y cebada del sudoeste bonaerense (Scursoni y Satorre, 1997). Esta tecnología resulta significativamente más económica que la aplicación de herbicidas postemergentes. No obstante, la eficacia de control es menor que la que se logra con la aplicación de herbicidas postemergentes (López y Vigna, 1994b). La trifluralina es un herbicida de aplicación al suelo, que se ha utilizado ampliamente en la Argentina para el control de malezas gramíneas y latifoliadas en cultivos de soja (*Glycine max* L. MERR) y girasol (*Helianthus annuus* L.) (Basile 1994). En gramíneas anuales tales como avena negra y ryegrass (*Lolium multiflorum* LAM), reduce la elongación del coleoptile y el crecimiento de raíces seminales (Billet y Ashford, 1978; Rahman y Ashford, 1970). El trigo es una especie sensible a la trifluralina, por lo tanto la siembra se realiza en el denominado sistema de surco profundo, quedando la semilla depositada por debajo de la zona tratada y lográndose de este modo la selectividad posicional para el cultivo (Scursoni y Satorre, 1997). Contrariamente a lo observado en trigo, diferentes estudios han demostrado un comportamiento tolerante del cultivo de cebada a la trifluralina (Vigna y López, 1994; Scursoni *et al.* 1994; Scursoni y Satorre, 1997). Sin embargo, debe considerarse que tal comportamiento puede presentar variaciones debido a materiales genéticos, tamaño de semillas y factores ambientales como humedad y temperatura (Hendrix y Muench, 1969; Morrison *et al.*, 1991). Con respecto a la avena negra, el control logrado con trifluralina es afectado por distintos factores tales como el contenido de materia orgánica y humedad del suelo, así como por la ubicación de las semillas respecto a la capa de suelo tratada. Moyer (1979) registró que a medida que incrementaba el contenido de materia orgánica del suelo, debía incrementarse la dosis necesaria para lograr un adecuado control de la maleza. Friesen y Bowren (1973) registraron mejores controles cuando las semillas se encontraban dentro o por debajo de la capa de suelo tratada con el herbicida respecto a cuando se encontraban sobre la misma.

A los efectos de incrementar el conocimiento para el desarrollo de esta tecnología en cultivos de cebada, se plantearon como objetivos del presente

trabajo: (i) estudiar la incidencia de la aplicación de trifluralina en presiembrada incorporada, en la emergencia, establecimiento y rendimiento de diferentes cultivares de cebada en distintas dosis, condiciones ambientales y de manejo agronómico; (ii) evaluar el control de avena negra en condiciones controladas y a campo y (iii) evaluar la incidencia de la estratificación en el suelo de las semillas de avena negra, en la efectividad del control.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dos experimentos de campo fueron realizados en 1995 y 1999, respectivamente. Asimismo durante 1999, se realizaron dos experimentos en condiciones controladas.

Experimentos de Campo

Experimento 1:

El objetivo fue evaluar el efecto de tres dosis de trifluralina (576, 768 y 1.056 g/ha) aplicada en presiembrada e incorporada al suelo, en el establecimiento y rendimiento de cultivos de cebada y en el control de avena negra. El experimento se llevó a cabo en el campo experimental de Maltería Pampa S.A. en el partido de Puán (Sudoeste de Buenos Aires), en un suelo hapludol típico de la zona con un contenido de M.O. de 3,3% siendo el diseño experimental en bloques completos y aleatorizados con tres repeticiones para cada tratamiento. Cada parcela abarcó una superficie de 42 m² y el herbicida se aplicó mediante pulverizadora experimental en un caudal de 130 l/ha. Inmediatamente después de aplicado, se incorporó al suelo mediante dos pasadas de cultivador de campo. La cebada (cultivar Quilmes Alfa) fue sembrada luego de aplicado el herbicida a una densidad de 250 plantas/m². Durante el ciclo del cultivo, se delimitaron cuatro subparcelas de 0.1 m² en cada parcela experimental, las cuales se mantuvieron libres de malezas durante todo el ciclo. En estas subparcelas, se realizaron recuentos de plantas del cultivo emergidas a 30 días de la siembra (dds) y estimaciones de rendimiento. Además, cada parcela fue cosechada mediante cosechadora experimental a los fines de analizar los efectos de los diferentes tratamientos en los rendimientos.

El control de avena negra se evaluó visualmente a los 40 y 80 días de la siembra. A los efectos de caracterizar la estratificación de las semillas de la maleza en cada tratamiento, se extrajeron 100 plántulas por parcela, registrándose para cada individuo la longitud total de mesocótilo y coleoptile.

Las malezas latifoliadas presentes en el área experimental se controlaron mediante aplicación de Bromoxynil en dosis de 363 g/ha en inicio de macollaje del cultivo (estado Z 23; Zadoks, 1974)

Experimento 2:

El experimento se llevó a cabo en el campo experimental de Maltería Pampa S.A., en el partido de Puán (Sudoeste de Buenos Aires) en un suelo de características similares al descrito en el experimento 1, con un contenido de materia orgánica de 2,8%.

El diseño experimental fue un factorial de cuatro factores con dos niveles por factor, habiéndose realizado cuatro repeticiones de cada tratamiento.

Los diferentes factores estudiados fueron: (i) Cultivar; (ii) Profundidad de Siembra; (iii) fertilización fosforada y (iv) aplicación de trifluralina. Los cultivares experimentales utilizados fueron Quilmes Alfa y Dominique y fueron sembrados en dos sistemas (plano y profundo) con aplicación de fosfato diamónico (18,46,0) a razón de 60 kg/ha y sin aplicación de fertilizante. Para cada combinación de cultivar x sistema de siembra x fertilización, se realizaron dos niveles de trifluralina: (i) con herbicida y (ii) sin herbicida. La dosis de trifluralina aplicada fue 528 g/ha. Inmediatamente luego de la siembra, el herbicida se incorporó mediante doble pasada de cultivador de campo. La siembra se realizó el 15 de julio a una densidad de 220 plantas/m². El control de malezas latifoliadas en el área experimental se realizó mediante aplicación de Bromoxynil en una dosis de 363 g/ha en inicio de macollaje del cultivo (Estado Z 23). No se registró presencia de malezas gramíneas.

A los 17, 33 y 40 días desde la siembra se realizaron recuentos de plántulas del cultivo emergidas. Para analizar el rendimiento del cultivo, cada parcela se cosechó mediante cosechadora experimental.

Experimentos en condiciones semi-controladas

Experimento 1:

Efecto de la temperatura y la Trifluralina en la emergencia de cebada

El experimento consistió en un doble factorial de dos regímenes térmicos (10 °C y 15 °C constantes) con dos niveles de trifluralina (con y sin aplicación). La dosis de trifluralina utilizada fue equivalente a 576 g/ha. El suelo utilizado en el experimento fue un hapludol con 3,3% M.O. y luego de ser tratado con trifluralina se distribuyó en 6 macetas de 13,5 cm de diámetro y 11,5 cm de altura. Cada maceta fue sembrada con 25 semillas de cebada variedad Q. Alfa y luego se colocaron en incubadoras a 10 °C y 15 °C

constantes. Otras 6 macetas con suelo de la misma procedencia pero sin tratamiento herbicida fueron sembradas y tratadas en las mismas condiciones.

A los 16, 21 y 27 días de la siembra, se realizó el recuento de plántulas emergidas en cada tratamiento.

Experimento 2:

Eficiencia del herbicida trifluralina en el control de avena negra, según la posición de la semilla en el perfil de suelo

El experimento consistió en un doble factorial de dos profundidades de siembra de avena negra con y sin aplicación de trifluralina y tres repeticiones de cada tratamiento.

Con el mismo suelo que en el experimento 1, se prepararon 6 macetas con una capa de suelo tratada de 4 cm de profundidad. En cada maceta se sembraron 50 semillas a 2 y 6 cm de profundidad. Del mismo modo se procedió en 6 macetas sin tratamiento herbicida. Posteriormente, todas las macetas se colocaron en incubadora a 10 °C y a los 30 días de la siembra se registró la cantidad de plántulas de avena negra emergidas.

Análisis estadístico

Todas las variables estudiadas en los diferentes experimentos se sometieron a Análisis de Varianza de acuerdo con el diseño experimental correspondiente. Cuando la prueba de F resultó estadísticamente significativa, se realizó el Test LSD corregido por Fischer, de separación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimentos de campo

Experimento 1:

La implantación del cultivo de cebada, no resultó afectada con dosis de Trifluralina de 768 g/ha. Sin embargo, cuando la dosis de herbicida fue 1.056 g/ha, la cantidad de plantas logradas fue significativamente menor ($P < 0,05$) (Cuadro I). Cuando se analizaron los rendimientos por hectárea en el total de la superficie de cada parcela, la aplicación de Trifluralina no generó diferencias de rendimiento respecto al testigo ($P > 0,05$). No obstante, el promedio de

rendimiento de la dosis mínima y media fue 8% mayor que el rendimiento con la dosis máxima (Cuadro 1).

CUADRO 1. Establecimiento (plantas/m²) y rendimiento (kg/ha) de cultivos de Cebada (cv. Q. Alfa), con diferentes dosis de Trifluralina.

	Dosis de Trifluralina				DMS
	0	576	768	1.056	
Plantas/m ²	180 a	210 a	177 a	120 b	55
Rendimiento (kg/ha)	2.283	2.417	2.508	2.268	324

*Los valores acompañados de letras diferentes indican diferencias significativas (P < 0,05).

De acuerdo con las observaciones visuales realizadas a 40 y 80 días post siembra, el porcentaje medio de control, considerando el total de la población fue 70 y 60%, respectivamente. En ningún caso se observaron diferencias entre las dosis aplicadas. Estos resultados son similares a los registrados por Scursoni y Satorre (1997), en diferentes sistemas de siembra y momento de aplicación del herbicida.

Cuando se analizó la estratificación de las semillas de avena negra, se observó que la proporción

de plántulas con longitud de mesocótilo y coleoptilo mayor a 5 cm fue significativamente mayor (P < 0,05) en las parcelas tratadas con herbicida (Figura 1). De estos resultados puede inferirse que el control fue menos eficiente en aquellos individuos que emergieron desde estratos más profundos. La trifluralina se absorbe a través del nudo de coleoptilo, por lo tanto la insuficiente elongación del mesocótilo, que define la posición del nudo de coleoptilo respecto de la capa de suelo tratada, podría ser la causa de las fallas en el control observadas cuando las semillas se ubican a mayor profundidad (Friesen and Bowren, 1973; López y Vigna, 1994 a). Otra explicación posible, es que las semillas más profundas emerjan más tarde y se encuentren expuestas a menores dosis del herbicida.

Experimento 2:

El recuento de plántulas emergidas realizado 17 días después de la siembra evidenció diferencias significativas (P < 0,05) entre las parcelas tratadas con trifluralina y el testigo sin herbicida, en el promedio de los cultivares (Figura 2). No obstante, cuando el recuento se realizó a los 40 días de la siembra, se evidenció interacción levemente significativa (P < 0,10) entre sistemas de siembra, cultivar y tratamiento herbicida. En el sistema de siembra pla-

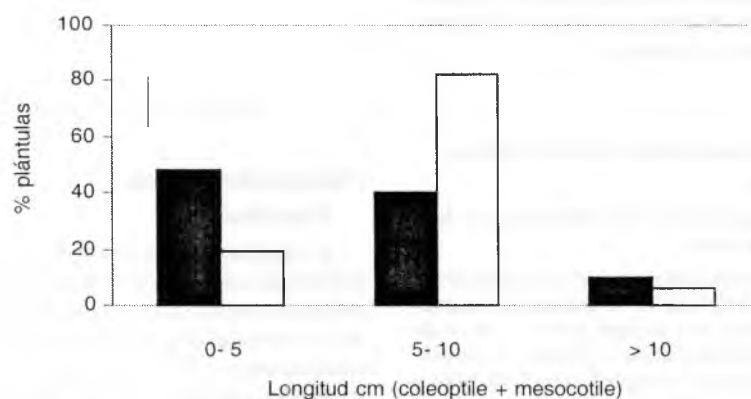


FIGURA 1. Número de plántulas de avena negra (*Avena fatua*) como % del total emergidas con diferente longitud de mesocótilo + coleoptilo, en condiciones sin (barras negras) y con (barras blancas) Trifluralina. Las barras insertas en la figura indican las diferencias mínimas significativas (P < 0,05) entre tratamientos.

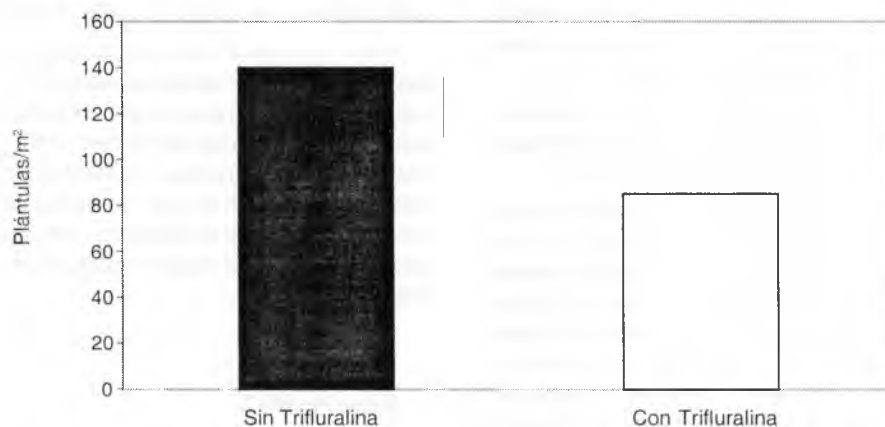


FIGURA 2. Número de plántulas de cebada emergidas 17 d.d.s. en condiciones sin y con Trifluralina en el promedio de los cultivares, sistemas de siembra y condiciones de fertilización. Las barras insertas en la figura indican las diferencias mínimas significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos.

no, emergieron menor cantidad de plántulas respecto al testigo sin tratar en el cultivar Dominique que en el cultivar Q. Alfa (Figura 3). En el sistema de siembra en surco profundo, no se registraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0,05$). Estos resultados indican que en el cultivar Q. Alfa la acción del herbicida generó retrasos en la emergencia, en tanto que en el cultivar Dominique la apli-

cación de trifluralina inhibió la emergencia de un determinado número de individuos. Vigna y López (1994), registraron diferencias en la longitud del coleoptile y emergencia de plántulas entre cultivos de trigo y cebada cuando las semillas se sembraban en suelo tratado con trifluralina. La menor elongación del coleoptile explicaría la mayor sensibilidad en el caso del trigo. Es posible que las diferencias de sen-

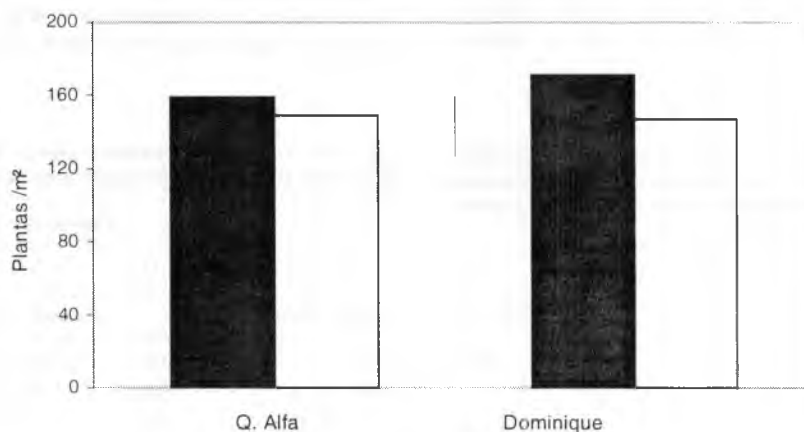


FIGURA 3. Número de plantas de cebada de ambos cultivares, emergidas 40 d.d.s. en el sistema de siembra plano en condiciones sin (barras negras) y con (barras blancas) Trifluralina. Las barras insertas en la figura indican las diferencias mínimas significativas ($P < 0,10$) entre tratamientos.

sibilidad observadas entre genotipos de cebada, estén asociadas a diferencias en la capacidad de elongación del coleoptile, lo cual incidirá en el establecimiento exitoso de las plántulas

Al analizar los rendimientos de ambos cultivares, se registró interacción significativa ($P < 0,05$) entre cultivares y tratamiento herbicida (Cuadro 2).

Los resultados indican que el cultivar Dominique resultó significativamente afectado por la aplicación del herbicida. Este efecto en los rendimientos por hectárea, puede ser consecuencia de la reducción en la densidad (Figura 3). En estas situaciones, leves incrementos de la densidad de siembra podrían ser apropiados para compensar la reducción en el stand de plantas producida por la aplicación de trifluralina.

Experimentos en condiciones semi-controladas

Experimento 1:

Efecto de la temperatura y la Trifluralina en la emergencia de cebada

El recuento de plántulas emergidas a los 16 días de la siembra, evidenció diferencias significativas ($P < 0,05$) en la emergencia tanto entre regímenes térmicos como entre tratamientos herbicida y no se registró interacción ($P > 0,05$) entre ambos factores. La observación realizada a los 21 días de la siembra, sólo evidenció diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos, mientras que la observación realizada a los 27 días de la siembra, no arrojó diferen-

cias significativas ni debidas a la temperatura ($P > 0,05$) ni al tratamiento herbicida ($P > 0,05$). (Cuadro 3).

Estos resultados son coincidentes con los observados en el experimento de campo (2) donde se registró efecto del tratamiento herbicida en la tasa de emergencia del cultivar Quilmes Alfa y no en el total de plantas emergidas. Los efectos en la tasa de emergencia producirán cultivos menos uniformes, con menor habilidad competitiva frente a las malezas así como también mayor exposición al ataque de patógenos.

Experimento 2:

Eficiencia del herbicida trifluralina en el control de avena negra

El porcentaje de semillas de avena negra emergidas fue significativamente menor ($P < 0,05$) en las macetas que habían sido tratadas con trifluralina, sin haberse registrado diferencias significativas de acuerdo con la posición de la semilla en el suelo. En promedio, la reducción del porcentaje de germinación fue de 66% respecto al testigo (Figura 4).

Si bien estos resultados no coinciden con los registrados en el primer experimento de campo, son similares a los obtenidos por Friesen y Bowren (1973) que no registraron diferencias de control entre semillas ubicadas dentro y por debajo de la capa de suelo tratada. La estratificación variable de semillas en condiciones naturales y las diferencias individuales de elongación de mesocótilo y coleoptile podrían explicar las diferencias entre ambos experimentos.

CUADRO 2. Rendimiento de los cultivares Quilmes Alfa y Dominique, con y sin aplicación de Trifluralina en el promedio de los sistemas de siembra y condiciones de fertilización.

Tratamientos	Cultivares	
	Dominique	Q. Alfa
Testigo	3.765 a	2.873
Con Trifluralina	2.978 b	2.705
DMS ($P < 0,05$)	357	

*Los valores acompañados de letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) dentro de cada cultivar.

CUADRO 3. Efecto de la temperatura y la aplicación de Trifluralina en la emergencia de cebada.

Tratamientos	Días desde siembra		
	16	21	27
	Germinación (%)		
10 °C	54 a	76 a	88 a
15 °C	89 b	88 a	95 a
C/ Trifluralina	61 a	72 b	88 a
S/ Trifluralina	82 b	92 a	95 a

Los valores acompañados de letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) dentro de cada factor.

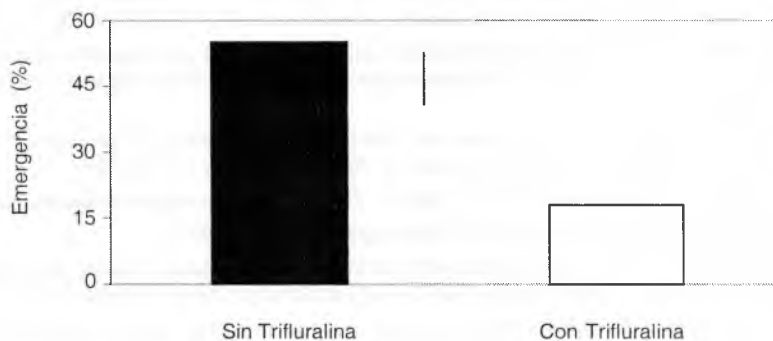


FIGURA 4. Número de plántulas de avena negra (*Avena fatua*) como % del total sembradas, emergidas en condiciones sin (barras negras) y con (barras blancas) Trifluralina. Las barras insertas en la figura indican las diferencias mínimas significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos.

AGRADECIMIENTOS

A la Gerencia de Investigación y Desarrollo de Maltería Pampa S.A. por la colaboración en la ejecución de tareas

experimentales y al Ing. Agr. Juan Mateu por su colaboración en la toma y análisis de datos.

BIBLIOGRAFÍA

- BASILE, E. 1994. Utilización de agroquímicos en 1993. Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca. Dirección de Producción Agrícola, SAGyP. 12 p.
- BILLET, D. and R. ASHFORD. 1978. Differences in the phytotoxic response of wild oat (*Avena fatua*) to triallate and trifluralin. *Weed Science* 26: 273-276.
- FRIESEN, H.A. and K.E. BOWREN. 1973. Factors affecting the control of wild oats in rapeseed with trifluralin. *Canadian Journal of Plant Science* 53:199-205.
- HENDRIX, D.L. and S.R. MUENCH. 1969. The effects of trifluralin on barley. *Plant Physiology Abstr.* 44: 2-26
- LÓPEZ, R. y M. VIGNA (a). *Avena fatua*: maleza de trigo y cebada, su susceptibilidad a trifluralina 1994. Actas III Congreso Nacional de Trigo y Primer Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-Invernal, p. 185.
- LÓPEZ, R. y M. VIGNA. 1994 (b). Control de malezas en cebada cervecera en el sudoeste de Buenos Aires. 1º Jornada de Actualización Técnico Económica del Cultivo de Cebada Cervecera, 82-89.
- MORRISON, I.N.; K.M. NAWLOSKEY; M.H. ENTZ and A.E. SMITH. 1991. Differences among certified wheat seedlots in response to trifluralin. *Agronomy Journal* 83: 119-123.
- MOYER, J.R. 1979. Soil organic matter, moisture and temperature: effect on wild oats control with trifluralin. *Canadian Journal of Plant Science* 59: 763-768.
- RAHMAN, A. and R. ASHFORD. 1970. Selective action of trifluralin for control of green foxtail in wheat. *Weed Science* 18: 754-759, 1970

- SCURSONI, J. 1995. Relevamiento de malezas en cultivos de cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.) en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata* 71: 235-243.
- SCURSONI, J.; G. GARCIA y E. SATORRE. 1994. Efecto de técnicas de aplicación de trifluralina sobre el establecimiento y crecimiento de cultivos de cebada. *Actas III Congreso Nacional de Trigo y Primer Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-Invernal*, p. 291.
- SCURSONI, J. and E. SATORRE. 1997. The effect of Trifluralin Applied Preplant on Grass Weed Control and Establishment and Yield of Barley (*Hordeum vulgare*). *Weed Technology* 11: 515-519.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA GANADERÍA Y PESCA. 2005. <http://www.sagpya.mecon.gov.ar>
- SIMPSON, G.M. 1990. Seed Dormancy in grasses. Cambridge Univ. Press. 281 p.
- VIGNA, M. y R. LÓPEZ. 1994. Efecto de la trifluralina sobre la emergencia de cebada cervecera y trigo. *Actas III Congreso Nacional de Trigo y Primer Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-Invernal*, p. 187.
- ZADOKS, J.C.; T. CHANG and C. KONZAK. 1974. A decimal code for the growth stage of cereals. *Weed Research* 14: 415-421.