

CONTROL DE MALEZAS Y FITOTOXICIDAD DE METRIBUZÍN EN MEZCLA CON 2,4 D EN CULTIVARES DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.).

J. SCURSONI¹

Recibido: 15/08/02

Aceptado: 24/04/03

RESUMEN

Durante 1995, se llevó a cabo un experimento de campo en el partido de Puán, sudoeste de Buenos Aires. Los objetivos fueron evaluar: (i) la fitotoxicidad y el rendimiento de diferentes cultivares de cebada cervecera, con aplicaciones de metribuzín con 2,4 D en distintas dosis y momentos de aplicación y (ii) la eficacia en el control de malezas latifoliadas. La sensibilidad al herbicida varió con los cultivares, la dosis de uso y el momento de aplicación. Los efectos fitotóxicos (clorosis) fueron más evidentes en los cultivares Quilmes Pampa y Quilmes Sur. Tales efectos fueron más severos cuando la aplicación se realizó en inicio de macollaje y en doble dosis. Respecto al control de malezas, *Centaurea solstitialis* L. fue la especie más sensible. *Polygonum aviculare* L. y *Polygonum convolvulus* L. evidenciaron diferente respuesta según la dosis de uso.

Palabras clave. Metribuzín, herbicidas en cebada, control de malezas en cebada, fitotoxicidad en cebada.

WEED CONTROL AND RESPONSE OF DIFFERENT BARLEY CULTIVARS TO METRIBUZIN MIXED WITH 2,4 D

SUMMARY

During 1995, a field experiment was carried out at Puan (south west of Buenos Aires province). The objectives were to evaluate (i) phytotoxicity and yield of different barley cultivars to metribuzin mixed with 2,4 D applied at different rates and growth stages of the crop and (ii) the efficacy of control of broadleaf weeds. Phytotoxicity (chlorosis) was higher in Quilmes Pampa and Quilmes Sur cultivars and was also more severe when herbicides were applied at early tillering and at double rate. Control of *Centaurea solstitialis* L. was excellent while *Polygonum convolvulus* L. and *Polygonum aviculare* L. showed different response with different rate.

Key words. Metribuzín, herbicides in barley, weed control in barley, phytotoxicity in barley.

INTRODUCCIÓN

El área sembrada con cebada cervecera en la Argentina se ha incrementado considerablemente durante los últimos quince años. En 1985, la superficie cultivada con cebada cervecera era del orden de 60.000 ha, mientras que en las últimas campañas agrícolas dicha superficie ha sido aproximadamente de 260.000 ha. De esta superficie, 50% se concentra en el sur-sudoeste de la provincia de Buenos Aires. (SAGPyA, 2002).

El control químico de malezas latifoliadas en cebada, se basa en el uso de mezclas de herbicidas

hormonales entre sí o en combinación con sulfonilureas, en tanto diclofop-metil aplicado en post-emergencia es el herbicida más comúnmente utilizado para el control de gramíneas anuales tales como avena negra (*Avena fatua*) y ryegrass (*Lolium multiflorum*) (López y Vigna, 1994). La expansión de este cultivo durante los últimos años generó el interés de evaluar otras alternativas de control químico. El herbicida Metribuzín, se caracteriza por poseer un amplio espectro de control de malezas latifoliadas y gramíneas. En la Argentina, es recomendado para su aplicación en cultivos de soja,

¹Cátedra de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía, U.B.A. Av. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires, Argentina.

caña de azúcar, tomate y zanahoria (Mársico, 1980). No obstante, en Estados Unidos y Canadá, también se recomienda su uso en cultivos de trigo y cebada (O'Sullivan, 1980). Por lo tanto, es de interés evaluar su posible uso para el control de malezas en cebada en la Argentina.

La sensibilidad de un determinado genotipo a un herbicida es dependiente de las condiciones ambientales; técnicas de aplicación, formulación, dosis, y estado de crecimiento. Runyan *et al.*, (1982); Caldwell *et al.*, (1985) y Clay *et al.*, (1988) registraron diferencias entre variedades de cebada en la sensibilidad frente a aplicaciones de metribuzín, diclofop-metil, difenzoquat y chlorsulfurón.

En la Argentina, no se dispone de antecedentes respecto a la aplicación de metribuzín en cultivos de cereales de invierno. A los efectos de evaluar las posibilidades de uso en cultivos de cebada, se realizó durante 1995, un experimento de campo con el objetivo de evaluar el efecto de dos dosis de metribuzín en mezcla con 2,4 D sobre (i) la fitotoxicidad y el rendimiento de diferentes cultivares de cebada cervecera y (ii) sobre el control de malezas latifoliadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante 1995, se llevó a cabo un experimento en la localidad de Puán, sudoeste de la provincia de Buenos Aires (lat 39° S, long. 61°). El suelo del área experimental era un hapludol típico, de textura franco-arenosa con 2,84% de MO; N (NO₃) 0-60 cm: 66 kg ha⁻¹; P (P₂O₅) 6,5 ppm y pH: 5,71.

El diseño experimental fue un triple factorial, de cuatro cultivares de cebada, dos dosis de aplicación de metribuzín en mezcla con 2,4 D y tres momentos de aplicación. De cada tratamiento se realizaron 4 repeticiones y cada unidad experimental fue de 2,80 m x 4,5 m. Los cultivares evaluados fueron Quilmes Pampa, Quilmes Alfa, Quilmes Palomar y un cultivar experimental denominado Golondrina. Previo a la siembra se aplicaron 90 kg ha⁻¹ de fosfato diamónico (18-46-0) al voleo, realizándose la incorporación mediante rastra de discos. La siembra se efectuó el 16 de agosto, con sembradora experimental en surcos distanciados 20 cm entre sí en una densidad de 250 plantas m⁻².

La aplicación de los herbicidas se efectuó con pulverizadora experimental arrojando un caudal de 120 l de agua ha⁻¹ a una presión de 60 lb pg⁻², con picos tipo abanico plano (110-02) el 16 de septiembre, 29 de septiembre y 17 de octubre (Cuadro N° 1).

Durante el ciclo del cultivo (pleno macollaje y fin de encañazón), se realizaron evaluaciones visuales de fitotoxicidad y control de malezas, de acuerdo con la Escala Europea de Evaluación Visual (E.W.R.C.). El control total de las malezas así como la ausencia de fitotoxicidad se indican mediante el índice (1), en tanto el déficit total en el control y la destrucción total del cultivo se indican con el índice (9) (Chailla, 1986). A los 12 días de la segunda aplicación de herbicidas (pleno macollaje) se realizaron observaciones de desarrollo apical en dos de los cultivares experimentales (Quilmes Palomar y Quilmes Sur). El estado de desarrollo del ápice se determinó mediante observaciones con lupa, considerando la escala de desarrollo apical de Waddington *et al.*, (1983).

A madurez del cultivo se delimitaron tres parcelas de 0,1 m² dentro de cada parcela, efectuándose mediciones de espigas m⁻², granos por espiga, altura de planta desde la base del tallo hasta la lígula de la última hoja (esta característica se registró sólo en los tratamientos con dosis doble del 1º y 2º momento y el testigo) y peso de 1.000 granos (determinado sobre el peso de 250 granos en balanza de precisión). Asimismo, se evaluó el porcentaje de anomalías en espigas. Para la determinación de rendimiento, cada parcela experimental fue cosechada mediante cosechadora experimental, expresándose el rendimiento en kg ha⁻¹.

CUADRO N° 1. Tratamientos evaluados en el experimento.

N° de Tratamiento	Producto y dosis (cm ³ /ha)*	Momento de aplicación
1	Testigo	
2	Metribuzín (400) + 2,4 D 200	2 a 4 hojas **(Z 12-14)
3	Metribuzín (800) + 2,4 D 400	2 a 4 hojas (Z 12-14)
4	Metribuzín (400) + 2,4 D 200	Inicio de macollaje (Z 15-22)
5	Metribuzín (800) + 2,4 D 400	Inicio de macollaje (Z 15-22)
6	Metribuzín (400) + 2,4 D 200	Encañazón (Z 17-33)
7	Metribuzín (800) + 2,4 D 400	Encañazón (Z 17-33)

* Las dosis se expresan en litros ha⁻¹ de producto formulado al 48% i.a y 100% i.a de metribuzín (Marca Comercial, Sencorex L.E.) y 2,4 D ester butílico (Marca Comercial: Esteron EC), respectivamente.

** Z= Estado del cultivo, según Escala de Zadoks *et al.*, (1974).

Todas las variables analizadas se sometieron al análisis de varianza correspondiente, y cuando la prueba de F resultó significativa ($P < 0,05$) se efectuó test de Tukey de separación de medias.

Las condiciones de temperatura y precipitaciones durante el ciclo del cultivo, se describen en la Figura 1 (a y b)

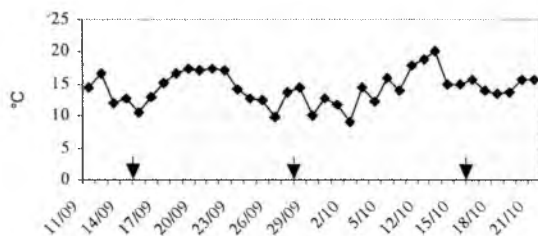


FIGURA 1. (a) Temperatura media diaria ($^{\circ}\text{C}$) en los días previos y posteriores a la aplicación de herbicidas. Cada flecha inserta en la figura indica los momentos de aplicación de los herbicidas.

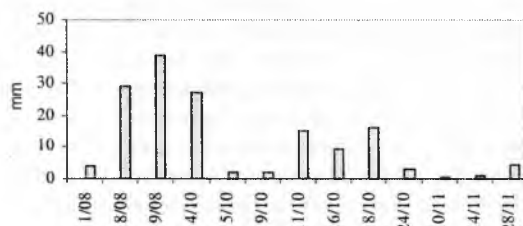


FIGURA 1. (b) Precipitaciones (mm) diarias durante agosto, septiembre, octubre y noviembre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fitotoxicidad

A los 24 días del primer momento de aplicación, se registraron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$) y no se registraron diferencias entre cultivares ($P > 0,05$). El nivel de fitotoxicidad evaluado con la dosis simple no se diferenció significativamente ($P > 0,05$) del testigo sin aplicación; con la doble dosis, en todos los cultivares se registró fuerte fitotoxicidad (índice 6 según la Escala numérica de Evaluación Visual de E.W.R.C.; Chailla, 1986). Cuando se observaron los efectos fitotóxicos de los tratamientos correspondientes al 2º momento de aplicación, a los 12 días aplicados, se registraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre cultivares y tratamientos. La interacción cultivar x tratamiento no fue estadísticamente significativa ($P > 0,05$) (Cuadro N° 2).

Las observaciones de ápices realizadas en las variedades Quilmes Pampa y Quilmes Palomar, a los 24 y 12 días de la 1ª y 2ª época de aplicación, respectivamente, evidenciaron un estado de desarrollo más avanzado en las parcelas correspondientes al testigo y a la dosis simple en el 1º momento de aplicación, comparado con los demás tratamientos (Cuadro N° 3). Estos resultados indican que hubo efectos del tratamiento químico en el desarrollo del cultivo.

La altura de planta en el momento de madurez del cultivo, reflejó una interacción significativa ($P < 0,05$) (tratamiento x cultivar). Quilmes Pampa presentó una menor ($P < 0,05$) altura respecto al

CUADRO N°2. Evaluación de fitotoxicidad visual (*) a 12 días la 2ª aplicación (Ver Cuadro N° 1 para referencia de tratamientos).

Tratamientos	Cultivares				Promedio trat
	Q. Palomar	Q. Pampa	Q. Sur	Golondrina	
4	3,5	4,5	4,5	4	5,25 a
5	4,8	5,5	5,5	5,2	4,12 b
Promedio cult.	4,15 c	5,0 a	5,0 a	4,6 b	

*Según Escala Europea de Evaluación visual.
Los valores acompañados de distintas letras difieren estadísticamente ($P < 0,05$) según Test de Tukey de separación de medias.

CUADRO N° 3. Estados de desarrollo apical * a 24 y 12 días de la 1ª y 2ª aplicación, respectivamente, en dos cultivares, en los tratamientos correspondientes a la dosis simple en el 1º momento (2); dosis doble en el 1º momento (3); dosis simple en el 2º momento (4) y dosis doble en el 2º momento (5). (Ver Cuadro 1 para referencia completa de tratamientos).

Cultivares	Tratamientos				
	Testigo	2	3	4	5
Quilmes Palomar	Post FDE a	Post FDE a	5 b	5 b	5 b
Quilmes Pampa	5 a	5 a	4 b	4,5 b	4,5 b

*Los valores numéricos corresponden a la escala Waddington *et al.*, (1983) de desarrollo apical; correspondiendo el valor 5 al momento de FDE. (fin de diferenciación de espiguillas) Los valores acompañados de distintas letras difieren estadísticamente ($P < 0,05$) según test de Tukey de separación de medias

testigo con la aplicación de la dosis doble en el 1º momento (Figura 2), en tanto que Quilmes Palomar evidenció menor altura con aplicación de dosis doble en el 2º momento de aplicación. Además, con el tratamiento de doble dosis en el 1º momento de aplicación, se observó un atraso en el desarrollo, encontrándose los diferentes cultivares en estado de vaina engrosada, mientras que el testigo y los tratamientos con dosis simple, se encontraban en comienzo de espigazón. En el tratamiento con doble dosis en comienzo de macollaje, no se evidenciaron diferencias en el ciclo de los cultivares respecto al testigo. Del mismo modo, los tratamientos realizados durante encañazón del cultivo, tampoco manifestaron diferencias respecto a los testigos.

El análisis de los efectos fitotóxicos debe considerarse a la luz de la interacción entre dosis, cultivares y condiciones ambientales. Mc Mullan (1994), registró diferencias entre cultivares de cebada, en la sensibilidad a aplicaciones de fenoxaprop y diclofopmetil. Mas aún, el daño generado, estuvo asociado a la tasa de crecimiento del cultivo, observándose menor daño cuando la aplicación de los tratamientos se realizó en un régimen de altas temperaturas alternadas (25 °C/20 °C) respecto a un régimen de temperatura de 10 °C/8 °C. Asimismo, observó diferencias entre cultivares. Del mismo modo Caldwell *et al.*, (1985), registraron mayor efecto fitotóxico en cultivo de cebada con bajas temperaturas posteriores a la aplicación de metribuzín. En dicho experimento,

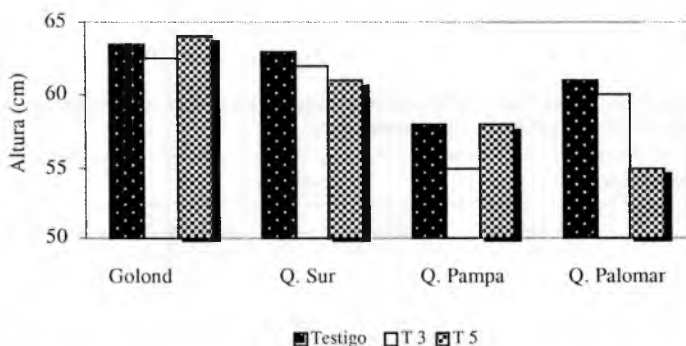


FIGURA 2. Altura (cm) de diferentes cultivares de cebada cervecera en el testigo y los tratamientos herbicidas realizados con la dosis doble en 2 a 4 hojas e inicio de macollaje. (La barra vertical indica la diferencia mínima significativa: $P < 0,05$, entre tratamientos en cada cultivar)

también se observaron diferencias de sensibilidad entre los materiales genéticos evaluados.

Las malformaciones observadas en espigas fueron: raquis en tirabuzón, espiga en cuello de cisne y granos adheridos. En cultivos de trigo, estos síntomas son frecuentes cuando herbicidas del grupo de los fenóxidos se aplican desde las últimas etapas del estado vegetativo hasta las primeras fases del desarrollo reproductivo (Leaden y Lozano, citado en Leaden, 1988). En el presente experimento, sólo se observaron dichos síntomas en las aplicaciones realizadas en el primer momento de aplicación. Quilmes Pampa y Golondrina presentan el mayor porcentaje de espigas malformadas (Cuadro N° 4).

Control de malezas

El aumento de dosis de uso incrementó el control de enredadera (*Polygonum convolvulus*) y sanguinaria (*Polygonum aviculare*) independientemente del momento de aplicación. En promedio, el control de enredadera logrado con la dosis simple fue 57%, en tanto con la dosis doble alcanzó a 82%. ($P < 0,05$) En el caso de sanguinaria tampoco se evidenciaron diferencias significativas ($P > 0,05$) debidas al momento de aplicación. El control logrado fue 78% y 95% con las dosis simple y doble, respectivamente, en el promedio de ambos momentos. Para el caso de abrepuño (*Centaurea solstitialis*), el control logrado en los dos primeros momentos fue 100%, independientemente de la dosis de uso. En cambio en el tercer momento de aplicación, se observó respuesta al incremento de dosis ($P < 0,05$), habiéndose logrado un control de 85% y 100% con la dosis simple y doble, respectivamente. Esta diferencia observada en el tercer momento de

aplicación, puede obedecer a diferencias en el estado de crecimiento de las malezas.

Rendimiento y componentes de rendimiento

El rendimiento por hectárea no varió significativamente ($P > 0,05$) entre cultivares en el promedio de los tratamientos, ni tampoco resultó significativa la interacción cultivar x tratamiento ($P > 0,05$) (Cuadro N° 5).

En cambio, existieron diferencias significativas ($P < 0,001$) entre tratamientos herbicidas. Los tratamientos de mayor rendimiento por hectárea fueron los correspondientes a las dosis simples de metribuzín con 2,4 D. Los rendimientos obtenidos con los tratamientos de doble dosis en el 1º y 2º momento de aplicación, fueron significativamente menores ($P < 0,05$) que en el testigo enmalezado. Es decir que pese al buen control de malezas logrado el rendimiento fue reducido por el efecto fitotóxico de los herbicidas (Cuadro N° 5). Contrariamente, pese haberse logrado controles regulares con la dosis simple, las diferencias de rendimiento respecto al testigo, indicarían una disminución de la competencia ejercida por las malezas.

En el promedio de los cultivares, la disminución de rendimiento del tratamiento con dosis doble en el 1º momento respecto a la dosis simple en el 1º momento, fue aproximadamente de 32%. Comparando los tratamientos con doble y simple dosis en el segundo y tercer momento de aplicación, las diferencias de rendimiento fueron 20% y 12,5%, respectivamente.

Al analizar los componentes del rendimiento (Cuadro N° 5), surge que el número de espigas m^{-2} , fue menor en los tratamientos con doble dosis en los

CUADRO N° 4. Espigas malformadas (%) registradas en cada tratamiento. (Ver Cuadro N° 1 para referencia de tratamientos.

Tratamientos	Q. Pampa	Q. Palomar	Q. Sur	Golondrina	Promedio Trat.
2	40	7	13	41	25,2 b
3	65	32	23	70	45 a
Promedio Cultivares	52,5 a	19,5 b	18 b	55,5 a	$P < 0,05$

Los valores acompañados de distintas letras difieren estadísticamente ($P < 0,05$) según test de Tukey de separación de medias.

CUADRO N° 5. Rendimiento ha⁻¹ en cada tratamiento con el promedio de los cultivares.

Tratamiento	Espigas/m ²	Granos/espiga	Peso de 1.000	Promedio
Testigo c/ malezas	398 b	19,59 ab	39,3 b	2.426 b
2	412 ab	18,53 bc	40,9 a	2.757 a
3	328 c	17,59 c	41,2 a	1.874 d
4	442 a	19,4 abc	38,2 b	2.711 a
5	316 c	20,56 a	39,2 b	2.163 c
6	441 a	18,62 abc	41,9 a	2.656 a
7	379 b	17,81 bc	42,3 a	2.318 bc
P	<0,001	<0,082	<0,001	<0,05

dos primeros momentos de aplicación ($P < 0,001$). En cuanto al peso de los mil granos, se obtuvo menor peso en los tratamientos correspondientes al 2º momento de aplicación y en el testigo enmalezado. En el promedio de los tratamientos experimentados, Quilmes Palomar fue el cultivar que produjo granos con menor peso ($P < 0,001$) (datos no presentados).

De acuerdo con los resultados obtenidos, la aplicación de metribuzín en mezcla con 2,4 D, podría ser una estrategia a considerar en aquellos lotes con alta abundancia de abrepño. No obstante,

su aplicación debería realizarse en la dosis de uso de 400 cc/ha y, el momento de aplicación respecto al cultivo, no debería ser previo a iniciación de maccollaje.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. E. Gastaldi (Bayer S.A.) y a los Ing. Agrónomos Mario Cattaneo y Adrian Schmit de Maltería Pampa S.A. por el apoyo brindado para la realización de los experimentos.

BIBLIOGRAFÍA

- CALDWELL, C.D. and P.A. O' SULLIVAN. 1985. Differential tolerance of two barley cultivars to metribuzin. *Canadian Journal of Plant Science*, 65: 415-421.
- CHAILLA, S. 1986. Métodos de Evaluación de Malezas para estudios de población y de control. *Revista de la Asociación Argentina para el Control de Malezas*, 14, 2.
- CLAY, S.; D. THILL and V.L. COCHRAN. 1988. Response of spring barley to herbicides. *Weed Technology*, 2 (1): 68-71.
- LEADEN, M.I.; P.L. MANTELLI; J.J. EYHERABIDE y F. BEDMAR. 1988. Evaluación de diferentes formulaciones de 2,4 D en el control de malezas latifoliadas y el efecto sobre el cultivo de trigo. *Revista de la Asociación Argentina para el Control de Malezas*, 16 (2): 35-42.
- LOPEZ, R.L. y M.R. VIGNA. 1994. Control de malezas en cebada cervecera en el sudoeste bonaerense. En Actas de 1ª Jornada de Actualización Técnico-Económica del cultivo de cebada cervecera. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- MÁRSICO, O.J.V. 1980. Herbicidas y fundamentos del Control de Malezas. Editorial Hemisferio Sur S.A. Argentina, 298 p.
- Mc MULLAN, P.M. 1994. The influence of temperature on barley (*Hordeum vulgare* L.) tolerance to diclofop metil or fenoxaprop-P ethyl mixtures. *Weed Research*, 34: 23-28.
- O'SULLIVAN, P.A. 1980. Control of wild oats and tartary buckwheat with mixtures of metribuzin and various post-emergence wild oat herbicides. *Canadian Journal of Plant Science*, 61: 383-390
- RUNYAN, T.J.; W.K. Mc NEIL and T.F. PEEPER. 1982. Differential tolerance of wheat (*Triticum aestivum*) cultivars to metribuzin. *Weed Science*, 30: 94-97.
- Secretaría de Agricultura Ganadería and Pesca. Estadísticas de siembra. www.SAGyP.mecon.ar
- WADDINGTON, S.R.; P.M. CARTWRIGHT and P.C. WALL. 1983. A Quantitative Scale of Spike Initial and Pistil Development in Barley and Wheat. *Annals of Botany*, 51: 119-130.
- ZADOKS, J.C.; T. CHANG and C. KONZAK. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14: 415-421.