

INFLUENCIA DE DIVERSOS FACTORES AGRONOMICOS EN LA FITOXICIDAD DE LA TERBUTRINA EN GIRASOL

L. GARCIA TORRES, A. VALERA GIL, A. VAZQUEZ COBO *

INTRODUCCION

La selectividad de la terbutrina (2-metil-tioamino-6-butilamino-S-triazina) en el girasol no es fisiológica, sino de localización o posición (Ulinici, 1977), o sea, debido a que el sistema radicular de la planta se desarrolla, al menos en su mayor parte, en capas de suelo más profundas a las alcanzadas por el herbicida mediante lixiviación. Normalmente la terbutrina o su análogo la prometrina (2-metiltio-4, 6-bis (isopropilamino)-S-triazina) a dosis de 1 a 2 kg/ha m.a. son bien tolerados por el cultivo del girasol (Kosovac, 1976, Regnault, 1974, 1976; Rudenko, 1976). Sin embargo otros autores mencionan daños en el girasol con los herbicidas antes mencionados (Sarpe et al, 1971, Sameni et al, 1976; Johnson, 1979). Estos efectos serán más probables que ocurran en suelos de textura ligera y en años de excesiva pluviometría (Sarpe et al. 1971; Regnault 1973; Sarpe et Tomoroga, 1974). Por otro lado, los autores señalan la necesidad de la precipitación (Rudenko, 1976) o del riego (Sarpe et Tomoroga, 1974) para incrementar la efectividad del herbicida en suelos secos.

En el girasol, las siembras superficiales (2-3 cm.) son recomendables en suelos húmedos o si se esperan lluvias de inmediato. Por el contrario, se suele aconsejar siembras profundas (7-8 cm.) en medios ambiente áridos en donde la parte superior del suelo se seca rápidamente (Johnson and Jellum, 1972). La profundidad de siembra ha mostrado ser un factor importante en la selectividad de muchos herbicidas, en diversos cultivos (Friesen et al. 1962; Coble and Shara-

* I.N.I.A., Córdoba, España.

CETIOM
DOCUMENTATION
174, rue de Victor-Hugo
75116 PARIS
N° 1168. 5.1.82

eder, 1973; Burt, 1970; Narsaiahand Harvey, 1976). El aumentar la profundidad de siembra del girasol podría producir, comparativamente, un mayor desarrollo de su sistema radicular en capas profundas, sobre todo en sus primeros estados de desarrollo, y así evitar, al menos parcialmente la absorción de la terbutrina aplicada en pre-emergencia.

Numerosos herbicidas se aplican por distintos métodos, lo que puede influir en su selectividad y eficacia. La mayoría de las triazinas, y en concreto la prometrina y la terbutrina se aplican en pre-emergencia. Se sabe que los herbicidas aplicados mediante este método son más dependientes de las condiciones climáticas y por consiguiente más irregulares en su selectividad y eficacia que los aplicados en pre-siembra. Algunos autores aconsejan la incorporación superficial de los herbicidas aplicados en pre-emergencia si no sobreviven lluvias después de su aplicación. Este es el caso del clorabem (ácido 3-amino-2,5-diclorotenzóico) en girasol. Burnside and Lipke (1962) sugirieron y Doll and Meggit (1968) obtuvieron buenos resultados incorporando el clorabem. Tkachenko (1976) obtuvo buenos resultados aplicando prometrina en pre-siembra. También en varios trabajos se ha estudiado la incorporación de otra triazina, el metribuzin, en combinación con la trifuralina, en soja (Moomaw and Martin, 1978; Barrentine et al. 1979). De mostrarse factible la incorporación de la terbutrina en girasol, supondría además una ventaja, por facilitar su combinación con el dialato, tratamiento recomendado (Regnault, 1974, García Torres y Vázquez Cobo, 1978) para controlar infestaciones simultáneas de Avena sp. y dicotiledóneas (crucíferas).

El objetivo de este trabajo han sido estudiar la influencia de varias prácticas agronómicas —como son la profundidad de siembra del girasol y los métodos de aplicación del herbicida— en el comportamiento de este sobre el cultivo y control de malas hierbas. A fin de que el efecto de los factores antes mencionados se hiciera más patente se han empleado dosis de terbutrina de hasta 3 kg/ha m.a. que exceden considerablemente de las recomendadas comercialmente.

MATERIAL Y METODOS

Las experiencias se han llevado a cabo en Alameda (Córdoba) en 1978 y en Alameda y Tomejil (Carmona, Sevilla) en 1979. En esta última localidad el suelo es de textura arcillosa con 1,8% de materia orgánica (M.O.). En la primera localidad la textura del suelo es franco-arenosa con 1,2% de M.O. La fecha de siembra de las expe-

riencias fue el 27/1/78 y el 28/2/79 en Alameda y el 5/3/79 en Tomejil. La emergencia del cultivo (80% de las plantas emergidas) tuvo lugar el 15/2/78 y el 11/3/79 en Alameda y el 17/3/79 en Tomejil. La siembra se efectuó con una sembradora comercial marca Ebro, empleando semilla del híbrido SH-75, en una cantidad equivalente a 10-12 kg/ha. La distancia entre surcos fue de 60 cm. y la profundidad media de la siembra, al menos que se indique lo contrario, fue de 4-5 cm. La parcela elemental estuvo compuesta por 6 surcos de 10 y 8 m. de largo, en 1978 y 1979, respectivamente. El herbicida se aplicó con un pulverizador de experiencias AZO, provisto de boquillas Teejet SS8001, a una presión constante de 3 kg/cm², y con un gasto de líquido equivalente a 175 l/ha. Las dosis de terbutrina fueron variables según los experimentos, entre 1 y 3.0 kg/ha m.a. Además de los tratamientos herbicidas, en cada bloque o parcela principal se dejó una parcela elemental limpia (1) de malas hierbas (Testigo infestado, T.I.) a fin de cuantificar el efecto debido a malas hierbas y eficacia del tratamiento herbicida sobre la producción. Las precipitaciones en Alameda en las 6 semanas después de la siembra fueron de 148 y 110 mm., en 1978 Y 1979, respectivamente. En Tomejil fue de 88 mm. en 1979 para análogo período.

Profundidad de siembra

La experiencia sobre profundidades de siembra tuvo por objeto comprobar en condiciones de campo la influencia de una siembra superficial (2-3 cm., P₁) o profunda (aproximadamente 8-9 cm., P₂) de la semilla de girasol en la fitotoxicidad sobre este cultivo producida por la subsiguiente aplicación de la Terbutrina en preemergencia. El diseño de la experiencia fue el de parcelas divididas (split-plot) en bloques al azar con 4 y 5 repeticiones en 1978 y 1979, respectivamente. Las parcelas principales correspondieron al factor profundidad y las parcelas secundarias o elementales a tratamientos de herbicidas y testigos.

Métodos de aplicación

El objeto de esta experiencia fue estudiar el efecto de aplicar terbutrina en presiembrado con incorporación (PS), en preemergencia, o sea después de la siembra, pero ligeramente incorporada (PEI) o simplemente en preemergencia (PE) sobre la eficacia en el control de

malas hierbas y comportamiento del cultivo. La incorporación del herbicida en presiembra (PS) se efectuó con un rotavator a una profundidad de unos 8-10 cm. La incorporación de los herbicidas en preemergencia (PEI) se efectuó con una gradilla de púas prevista con una tabla para allanamiento, siendo esta incorporación más superficial (4-6 cm.) y menos intensas y efectuándose inmediatamente después de la aplicación del herbicida. El diseño estadístico, fue también el de parcelas divididas en bloques al azar con 4 ó 5 repeticiones. Las parcelas principales correspondieron a los métodos de aplicación y las secundarias a los tratamientos herbicidas y testigos.

Se efectuaron observaciones sobre fitotoxicidad y control de malas hierbas a las 4 y 6 semanas aproximadamente después de la emergencia del cultivo, usando la escala decimal de 0 a 100, en la que 0 indica inexistencia de síntomas visuales fitotóxicos y control nulo de malas hierbas, respectivamente. En la misma escala, 100 indicaría síntomas fitotóxicos muy intensos y control total de malas hierbas, respectivamente. El número de plantas emergidas por metro lineal (N^º pl/m.l.) se estimó 1 mes después de la emergencia, contando las plantas existentes en un metro, determinado al azar, en cada uno de los surcos centrales. Los datos referentes a altura y diámetro de capítulo se tomaron poco antes de la recolección, efectuando dichas mediciones en un total de 30 plantas por parcela elemental elegidas al azar, 10 de ellas en cada uno de los tres surcos centrales. La producción se estimó recolectando solo la parte central de la parcela. Dicha producción luego se refirió a kg/ha. Finalmente el porcentaje de aceite de la semilla se determinó por medio de un aparato de resonancia nuclear magnética (N.M.R.).

RESULTADOS Y COMENTARIOS

Profundidad de siembra

Los resultados de las experiencias sobre la influencia de la profundidad de siembra en la fitotoxicidad de la terbutrina en girasol se indican en la Tabla 1. En general la fitotoxicidad observada fue menor en la siembra profunda (P₂) que en la superficial (P₁). Así, por ejemplo en Tomejil con terbutrina a 3 kg/ha la fitotoxicidad observada fue de 42 y 10 para P₁ y P₂, respectivamente. De forma análoga, se observó una menor fitotoxicidad en Alameda, para la

dosis de 2 y 3 kg/ha en la siembra profunda (P2) en relación con la superficial (P1) en los dos años en que se efectuaron las experiencias.

El número de plantas emergidas en Alameda en 1978 fue significativamente inferior ($P = 0,05$) para la mayor profundidad de siembra ensayada (P2) en comparación con la siembra más superficial, si bien dicho descenso no debe atribuirse a efectos fitotóxicos de la terbutrina sobre las semillas en germinación, sino a la dificultad de emergencia que supone una siembra excesivamente profunda (Tabla 1).

En Alameda, la infestación de malas hierbas fue intensa en ambos años lo que produjo un fuerte descenso de la producción en los testigos infestados (T.I.) en relación con los restantes tratamientos (Tabla 1 y 2). Asimismo, la competición malas hierbas-cultivo disminuyó ligeramente la altura final de las plantas, diámetro del capítulo y porcentaje de aceite de la semilla en los testigos infestados no siendo afectados estos índices por ningún otro tratamiento.

La mayor fitotoxicidad producida por elevadas dosis de terbutrina en siembras superficiales (P1) puede resultar en un acusado descenso de la producción en relación a las mismas dosis aplicadas en siembras profundas (P2). En efecto, en Alameda la producción de semilla con terbutrina a 3 kg/ha fue de 1.603 y 1.861 kg/ha para P1 y P2, respectivamente en 1978, y de 958 y 1.267 kg/ha, para análogos conceptos, respectivamente, en 1979. Estos resultados no son del todo concordantes con los obtenidos en Tomejil, en donde las diferencias en fitotoxicidad visual debidas a terbutrina a 3 kg/ha en las dos profundidades de siembra, no se tradujeron en diferencias apreciables entre sí en producción de semilla. Se debe señalar que el descenso de producción debido a la fitotoxicidad de la terbutrina a 3 kg/ha en siembra superficial, en las experiencias de Alameda, antes comentadas se vió ampliamente compensado por su efectivo control de malas hierbas.

En resumen, la siembra profunda de la semilla de girasol (8-9 cm.) puede proteger al cultivo de los años fitotóxicos subsiguientes a la aplicación del herbicida terbutrina cuando éste se aplique a dosis mayores de las recomendadas o a dosis normales en años de excesiva pluviometría o en suelos de textura ligera. Ahora bien, la ventaja al respecto de una siembra profunda en comparación con una superficial posiblemente no se haga patente en años de precipitaciones medias y cuando la terbutrina se aplique a 1-1,5 kg/ha, dosis normalmente usadas. Posiblemente esto sea debido a que aun favoreciendo la siembra profunda un desarrollo del sistema radicular, en sus primeras fases, menos superficial, parte de este sistema radicular

alcanza, al menos parcialmente, las zonas del suelo endonde el herbicida se ha lixiviado.

METODOS DE APLICACION

Los resultados de estas experiencias se resumen en la Tabla 2. La fitotoxicidad producida por la terbutrina en girasol fue menor aplicando este herbicida en preemergencia (PE), que en presiembra (PS) o preemergencia superficialmente incorporada (PEI). Esto se hizo aún más patente a la dosis más alta de terbutrina ensayada. Así, por ejemplo, en Alameda en 1979, la fitotoxicidad fue de 60, 60 y 38 cuando se aplicó terbutrina a 3 kg/ha en PS, PEI y PE, respectivamente. De estas experiencias no se deduce una clara diferencia entre los métodos de aplicación PS o PEI en cuanto a reducción de fitotoxicidad de la terbutrina en girasol, pues la fitotoxicidad fue análoga por ambos métodos en Alameda en 1979, algo mayor en Tomejil e inferior en Alameda en 1978 en PS que en PEI. La mayor profundidad de penetración que el herbicida alcanza al aplicarlo en PS o PEI, obviando el efecto de lixiviación por la lluvia, posiblemente lo haga más asequible al sistema radicular del girasol, lo que puede explicar los resultados antes comentados.

Los diferentes métodos de aplicación ensayados no afectaron el número de plantas emergidas (N.º pl/m.l.), la altura de las plantas y el diámetro de los capítulos en la madurez, ni el porcentaje de aceite de las semillas. Al igual que ocurrió en las experiencias de profundidad, estos índices solo se vieron afectados en los testigos infestados fuertemente con malas hierbas. La eficacia en el control de malas hierbas fue ligeramente superior aplicando terbutrina en PE que en PS o PEI. En efecto, en Alameda en 1978, el porcentaje de control con terbutrina a 2,0 kg/ha fue de 97, 80 y 75 en PE, PEI y PS, respectivamente, y en esa misma localidad en 1979 fue de 91, 81 y 72, respectivamente. La disminución de la concentración del herbicida en las capas más superficiales que implica su aplicación en PS o PEI, quizá justifique el menor control de malas hierbas. No obstante, debe señalarse que aplicando terbutrina a 2 kg/ha m.a., dosis mayor dentro de las recomendadas comercialmente, tanto en PS como en PEI la fitotoxicidad observada, aunque ligeramente superior a la de PE, no fue grave y solo afectó al cultivo durante un tiempo limitado (2-3 semanas), recuperándose posteriormente y no produciendo mermas en la producción. Si bien, aunque con ligera diferencia, ha quedado patente la ventaja de aplicar terbutrina en PE que en PS o PEI,

por disminuir así la fitotoxicidad potencial y aumentar la eficacia en el control de malas hierbas, debe también señalarse que a dosis entre 1-1.5 kg/ha., el aplicar terbutrina en PEI podría ser un método razonable si no sobrevinieran lluvias después de la aplicación del herbicida.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BARRENTINE W. L., O. B. WOOTEW and J. R. WILLIFORD. 1979. Efecto of incorporation methods and time of application on the performance of trifluraline plus metribuzin. *Weed Sci.*, 1 65-68.
- BURNSIDE O. C., and W. G. LIPKE. 1962. The effect of applied water on preemergence application of amiben. *Weeds*: 100-103.
- BURT G. W., 1976. Factors effecting thiocarbamate injury to corn. II. Soil incorporation, seed placement, cultivar, leaching and breakdon. *Weed Sci.* 26, 327-330.
- COBLE H. D. and J. W. SHRADER. 1973. Soybeans tolerance to metribuzin. *Weed Sci.* 21, 308-309.
- DOLL J. D. and W. F. MEGGIE 1968. Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) control in Michigan soybeans. Res. Rep. North Cent. Weed Contr. Cont. 25, 107-108.
- FRIESEN H. A., J. D. BANTING and D. R. WALKER. 1962. Effect of placement and concentration of 2, 3-DCDT on the selective control of wild oat in wheat. *Can. J. Plant Sci.* 42, 91-104.
- GARCIA TORRES, L. y A. VAZQUEZ COBO. 1978. «Malas hierbas y su control herbicida en el girasol de Andalucía Occidental, Symposium Mediterraneo de Herbicidas, Vol. 1 pág. 54-59.
- JOHNSON B. J., and M. D. JELLUM. 1972. Effect of planting date on sunflower yield, oil and plant characteristics. *Agron. J.* 64, 747-748.
- KOSOVAC Z., 1976. Efficiency of new herbicides combinations applied on weed in sunflower field. *Procc. 7th Intern. Sunflower Conf.1 Krasnodar, USSR*, pág. 148-154.
- MOOMAW R. S., and A. R. MARTIN. 1978. Interaction of Metribuzin and trifluraline with soil type on soybeans growth. *Weed Sci.*, 4, 327-331.
- NARSALAH B. D. B. and R. G. HARVEY. 1977. Alaclor placement in the soil as related to phytotoxicity to maize (*Zea mays* L.) seedlings. *Weed Res.*, 17, 163-168.
- REGNAULT, Y., 1973. «Le desherbage du colza. *La France Agricole*. August, pag. 23.

- REGNAULT, Y., 1974. «Le desherbage du tournesol en France». Proc. 6 th Int. Sunflower Conf. Bucharest, Rumania, pág. 545-548.
- REGNAULT, Y., 1976. «Le desherbage des tournesols en France». Procc. 7 th Intern. Sunflower Conf., Krasnodar, USSR, pág. 123-132.
- RUDENKO, V. N., 1976. Testing herbicides on sunflower crop. Procc. 7 th. Int. Sunflower Conf., Krasnodar, USSR, pág. 154-157.
- SARPE, N., APOSTOL, V., SEGARCENEAU, O., POPA, F., TOMOROGA, P., et LESNIUC, O., 1973. «Contribution a l'étude du desherbage du tournesol cultivate dans diverse conditions pedoclimatiques de Roumanie». Procc. 7 th Cong. Columa, Versailles, pág. 234-246.
- ARPE N. and TOMOROGA, P., 1974. Efficiency of herbicides applied alone or combined in the control irrigated o crop-irrigated sunflower crops. Procc. 6 th Intern. Sunflower Conf. Bucharest, Rumania, pág. 549-557.
- SOMMERVILLE, D. N., and L. M. WAX. 1971. Influence of incorporation depth on chlorabem activity. Weed Sci., 19, 394-397.
- TKACHENKO, A. L., 1976. «Chemical means of weed control on suflower fields». Procc. 7 th Int. Sunflower Conf., Krasnodar, USSR, Vol. II, pág. 144-147.
- ULINICI, A., 1977. «Métodos químicos de lucha contra las malas hierbas», pág. 283-314, en «El girasol», por A. V. VRANCEANU. Mundi-Prensa, 379 pág.

TABLA 1

Influencia de la profundidad de siembra en la fitotoxicidad de la terbutrina en girasol

Tratamientos	Localidades																
	Alameda (1978)						Tomejil (1979)						Alameda (1979)				
	Profun- dad siembra m.a.	Dosis (kg/ha) m.a.	Ftx1 Ftx1	Nº pl. m.l.	% Cont. m.h.	Prod. (kg/ ha.)	Ftx	Nº pl. m.l.	Prod. (kg/ ha.)	Ftx	Nº pl. m.l.	% Cont. m.h.	Prod. (kg/ ha.)	Ftx	Nº pl. m.l.	% Cont. m.h.	Prod. (kg/ ha.)
P1	0 (T.L.)		0	8,8	100	1.812	0	6,6	1.487	0	10,5	100	1.177	0	10,5	100	1.177
	(2-3 cm)	0 (T.L.)	0	8,4	0	1.200	0	6,5	1.477	0	9,2	0	893	0	9,2	0	893
	1		—	—	—	—	0	6,2	1.438	4	9,5	66	982	4	9,5	66	982
	2		42	9,0	87	1.962	8	6,2	1.355	20	10,3	94	1.327	20	10,3	94	1.327
	2,5		42	9,3	98	1.806	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3,0		50	9,2	95	1.603	42	7,0	1.183	52	9,9	100	958	52	9,9	100	958
	Media		27	8,9	76	1.681	10	6,5	1.388	15	9,8	72	1.607	15	9,8	72	1.607
P2	0 (T.L.)		0	6,1	100	1.730	0	6,6	1.363	0	8,9	100	1.070	0	8,9	100	1.070
	(7-8 cm.)	0 (T.L.)	0	5,7	0	1.100	0	6,9	1.320	0	8,6	0	710	0	8,6	0	710
	1		—	—	—	—	0	7,4	1.399	0	8,7	68	1.196	0	8,7	68	1.196
	2		25	6,5	90	1.903	0	7,3	1.221	4	9,7	100	1.148	4	9,7	100	1.148
	2,5		35	5,9	95	1.713	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3,0		35	6,8	95	1.861	10	6,7	1.120	22	9,2	100	1.267	22	9,2	100	1.267
	Media		21	6,3	76	1.666	10	6,7	7,0	1.272	5	8,9	73	22	9,2	100	1.095
M.d.s.																	
0,05	—		7	1,6	2	7	3	263	365	6	0,8	1,2	123	143	6	3	1
C. de V.	—		27	14	5	16				10	10	10	10	62	12	6	18

1) Ftx: fitotoxicidad. 2) M.H. (malas hierbas predominantes): Polygonum aviculare, Chenopodium sp., Stellaria media. 3) Chenopodium sp., Diplotaxis virgata, Polygonum aviculare, Capsella bursa-pastoris.

TABLA 2

Influencia de los métodos de aplicación de la terbutrina en la fitotoxicidad del girasol y control de malas hierbas

Métodos de aplicación	Dosis (kg/ha)	Localidades																						
		Alameda (1978)					Tomejil (1979)					Alameda (1979)												
		Nº pl. m.l.	% Cont. m.h. 2)	Prod. (kg/ha.)	Ftx	Nº pl. m.l.	Prod. (kg/ha.)	Ftx	Nº pl. m.l.	% Cont. m.h. 3)	Prod. (kg/ha.)	Nº pl. m.l.	Ftx	Nº pl. m.l.	% Cont. m.h. 3)	Prod. (kg/ha.)								
PS	0 (T.L.) 0 (T.I.) 2.0 2.0 3.0	Media	48	22	8,8	8,7	73	62	1.531	1.648	44	17	6,8	6,6	1.460	1.550	60	22	8,5	8,9	96	67	1.120	1.125
PBI	0 (T.L.) 0 (T.I.) 2.0 3.0	Media	62	28	8,2	7,8	88	67	1.525	1.783	31	10	6,6	6,5	1.445	1.526	60	22	8,5	8,4	92	69	1.196	1.205
PE	0 (T.L.) 0 (T.S.) 2.0 3.0	Media	35	16	7,4	7,4	100	74	2.240	1.984	19	5	7,6	6,9	1.496	1.508	38	15	8,5	8,8	100	73	1.341	1.200
M.d.s.	0,05	—	5	4	2	2	6	8	348	337	5	6	180	202	5	7	1	2	4	3	186	257		
C.de V.	—	—	29	18	10	10	24	16	36	11	10	11	10	15	11	10	15	11	10	11	10	15	11	10

1) Abreviaciones: Ftx: fitotoxicidad; PS: presiembra; PEI: preemergencia incorporada; PE: preemergencia. 2) M.H. Malas hierbas; Chenopodium sp. y Fumaria sp. 3) M.H.: Chenopodium sp., Polygonum aviculare, Diplotaxis virgata.