

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y DE LA RADIACION EN LA FITOTOXICIDAD DE LA TERBUTRINA EN GIRASOL

L. GARCIA TORRES, A. VALERA GIL*

INTRODUCCION

La terbutrina (2-metil-tio-etilamino-6-tert-butilamino-S-triazina) es un herbicida desde hace años registrado en España para el trigo (*Triticum aestivum* L. o *durum* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.) y más recientemente para el girasol (*Helianthus annuus* L.). En este cultivo se aplica generalmente en preemergencia y su selectividad no es fisiológica sino de localización o posición. Las triazinas en general se absorben a través del sistema radicular y de la cutícula foliar. Su movimiento ascendente tiene lugar a través del xilema. El modo de acción de las S-triazinas consiste principalmente en inhibir la fotosíntesis. La influencia de la luz en este fenómeno ha sido ampliamente demostrada (Ashton and Crafts, 1973; Audus, 1964). Se sabe que la luz es indispensable para que las triazinas produzcan síntomas fitotóxicos a nivel fisiológico y morfológico.

Varios autores han comprobado que diversas condiciones ambientales desempeñan un papel importante en la fitotoxicidad de las triazinas en diversos cultivos. Según Hance et al (1.68) los factores climáticos influyen más que los edáficos en intensificar la fitotoxicidad producida por la herbicidas simazina (2-cloro-4, 6-bis (etilamino)-5-triazina) y prometrina (2, 4-bis (isopropilamino)-6-metiltio-S-triazina). La intensidad de la luz y su calidad afecta la fitotoxicidad de los herbicidas S-triazinas. Ashton (1965) observo que la fitotoxicidad de la atrazina (2-cloro-4-(etilamino)-6-(isopropilamino)-S-triazina) en Avena (*Avena-sativa*, L. 'Knota') era proporcional a la intensidad de

* I.N.I.A., Córdoba, (Spain).

luz cuando esta aumentaba de 323 a 43.100 lux. Figuerola and Furtick (1972) comprobaron que los síntomas fitotóxicos de la terbutrina en trigo aparecían más temprano en plantas crecidas a 27.000 lux que a 16.000 o 8.500 lux; a baja intensidad de iluminación la terbutrina en trigo aparecían más temprano en plantas crecidas a 27.000 lux que a 16.000 o 8.500 lux; a baja intensidad de iluminación la terbutrina no afectó el crecimiento del trigo. Houseworth y Tweedy (1971) han observado que la fitotoxicidad de la terbutrina en trigo era 2.2 veces mayor a 22.000 que a 11.000 lux.

La temperatura tiene efectos complejos en el suelo y en las plantas. Diferencias de temperatura relativamente pequeñas en períodos críticos pueden causar grandes diferencias en el crecimiento final. Es conocida la influencia de la temperatura sobre diversos procesos fisicoquímicos (difusión, viscosidad) o fisiológicos (fotosíntesis, translocación, crecimiento), lo que indirectamente afecta a la acción del herbicida. Se ha demostrado que altas temperaturas incrementan la fitotoxicidad de ciertos S-triazinas herbicidas. SHEETS (1961) ha demostrado que la absorción y translocación de la simazina en avena y algodón (*Gossypium hirsutum* L.) era mayor conforme aumentaba la temperatura. Behrens (1964) observó que los efectos fitotóxicos de la atrazina en soja (*Glycine max* L.) aparecían, antes a temperaturas elevadas pero que finalmente eran los mismos para todas las temperaturas. Según Houseworth y Tweedy (1971) la fitotoxicidad de la terbutrina en trigo fue 1.6 veces mayor a 24-29°C (noche/día) que a 14-19°C.

Este trabajo ha tenido por objeto estudiar la influencia de la temperatura y de la intensidad de iluminación en la fitotoxicidad de la terbutrina en girasol. De esta forma se podrá interpretar, al menos de forma aproximada u orientativa, la fitotoxicidad potencial de este herbicida cuando las condiciones de crecimiento del cultivo, en lo que respecta a estos factores, sean diferentes.

MATERIAL Y METODOS

Los experimentos se han llevado a cabo en cámaras de ambiente controlado, marca COVIRON, provistas de 20 tubos fluorescentes (F24T12, coolwhite CWxHO sylvania) y 12 bombillas incandescentes (sylvania, 25 w). La intensidad de luz y la temperatura fue variable según las necesidades de cada experimento. Los dos regímenes de iluminación ensayados han sido: 26.900 lux, 9 horas diarias (baja radiación) y 53.800 lux, 14 horas diarias (alta radiación). Se han

TABLA 1

Influencia de la temperatura, niveles de radiación y dosis de terbutrina en el peso seco de las plántulas de girasol. Los resultados se expresan en porcentaje del testigo

Dosis (kg ha) m.a.	Temperatura									
	12-18° C		19-25° C		29-34° C		MEDIA			
	R.B.(1)	R.A.(2)	R.B.	R.A.	R.B.	R.A.				
1.0	89.8	83.8	93.8	78.2	85.7	92.5				
1.5	85.4	72.6	71.9	71.4	68.5	72.1	87.3			
2.0	74.0	53.3	63.0	37.3	58.8	56.1	73.7			
2.5	67.5	54.7	44.7	29.7	42.0	41.9	57.1			
MEDIA	83.5	72.9	78.2	74.7	63.3	69.0	71.0	72.5	71.8	46.8

(1) R.B.: radiación baja: 26.900 lux, 9 horas diarias; (2) R.A.: radiación alta: 53.800 lux, 14 horas diarias; (3) M.d.s. 0.05 (mínima diferencia significativa) para dosis x temperaturas x radiación; (4) M.d.s. 0.05 para temperaturas, promediando radiación y dosis; (5) M.d.s. 0.05 para niveles de radiación, dentro de cada temperatura, promediando dosis.

considerado los siguientes termoperíodos: 12-18°C y 29-34°C, noche/día, respectivamente. Los tratamientos de temperatura e iluminación comenzaron al iniciarse la germinación.

Girasol híbrido SH-75 ha sido el material vegetal utilizado. Se ha cultivado en tiestos de plástico de unos 10 cm. de diámetro, provisto de una mezcla de suelo franco-arenoso, turba y arena en la proporción 1:2:2, en volumen. Se sembraron tres semillas por tiesto, a unos 4 cm. de profundidad, permitiendo luego desarrollarse una sola planta por tiesto. El experimento se regó diariamente o cuando lo necesitó. La terbutrina se aplicó en preemergencia mediante un pulverizador móvil de velocidad regulada, provisto de boquillas Teejet SS8001-E, a 3 kg/cm² de presión y con un gasto de líquido equivalente a 175 L/Ha. Las dosis de terbutrina usadas fueron 0 (testigo), 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5 kg/Ha m.a.

Se observaron los síntomas visuales de fitotoxicidad previamente a su recolección, cuantificándolos según la escala de 0 a 100, en donde, 0 indica ningún daño, de 10 a 30 síntomas de clorosis débiles o poco persistentes, de 40 a 70 clorosis persistentes en las nervaduras y necrosis iniciales en el ápice de las hojas y de 70 a 100 necrosis muy extendidas con detención del crecimiento y muerte de la planta. Las experiencias se dieron por finalizadas cuando las plantas alcanzaron el estado de 6 hojas verdaderas. Su duración fue pues función principalmente de la temperatura, siendo de unos 18, 22 y 32 días para los experimentos con termoperíodos de 29-34°C, 19-24 y 12-18°C, respec-

tivamente. Se cosechó la parte superficial de las plantas, determinándose su peso seco. Los resultados se expresan en porcentaje de peso seco con respecto al testigo. El diseño estadístico empleado ha sido el de un factorial de temperaturas (3) x niveles de radiación (2) x dosis de herbicidas (5), completamente al azar, con 8 repeticiones por tratamiento. El experimento completo se ha repetido 2 veces y los resultados que se indican son la media de los dos experimentos.

RESULTADOS Y COMENTARIOS

La influencia de la temperatura, regímenes de iluminación y dosis de terbutrina ensayados sobre el peso seco de las plantulas de girasol se indican en la Tabla 1. El efecto de las dosis fue altamente significativo ($P= 0.001$). Conforme mayor fue la dosis de terbutrina aplicada menor resultó el peso seco, en cualquiera de los regímenes de temperatura o iluminación ensayados. En efecto, peso seco fue del 87.3, 73.7, 57.1 y 46.8% del testigo para las dosis de terbutrina de 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5 kg/Ha, respectivamente, promediando regímenes de temperatura y niveles de radiación.

Los regímenes de temperatura afectaron la fitotoxicidad de la terbutrina en girasol siendo este factor también significativo ($P= 0.05$). El peso seco de las plantulas de girasol fue del 78.2, 69.2 y 71.8% para los termoperíodos de 12-18°C, 19-25°C, y 29-34°C, respectivamente, promediando dosis de herbicidas y niveles de radiación. Así pues, las bajas temperaturas (12-18°C) redujeron significativamente ($P= 0.05$) la acción fitotóxica del herbicida en relación con los otros termoperíodos ensayados. Asimismo ha resultado una ligera mayor acción fitotóxica a 19-25°C que ha 29-34°C, si bien no significativa.

El efecto de los tres regímenes de temperatura ensayados, promediando niveles de radiación sobre la fitotoxicidad de la terbutrina en girasol, expresada en porcentaje de peso seco y en síntomas visuales se indica en la Fig. 1. La influencia de la temperatura fue más acusada conforme mayor fue la dosis del herbicida. Así, por ejemplo, mientras que a las dosis del 1.0 y 1.5 kg/Ha m.a., las diferencias en cuanto a fitotoxicidad de los tres regímenes de temperatura son muy pequeñas a 2.5 kg/Ha el peso seco fue de 61.1, 37.2 y 46.8%, para los termoperíodos de 12-18°C, 19-25°C y 29-34°C, respectivamente, promediando niveles de radiación.

A mayor nivel de radiación se intensifica la acción fitotóxica de la

terbutrina en girasol, siendo este factor significativo ($P = 0.05$). El peso seco resultante de las plántulas de girasol fue de 76.4 y 69.5% con respecto al testigo para los niveles de baja y alta radiación, respectivamente, promediando dosis de herbicidas y regímenes de temperatura. La influencia de los dos niveles de radiación ensayados, promediando regímenes de temperaturas sobre el porcentaje de peso seco y síntomas visuales observados se indica en la Fig. 2. La interacción radiación x temperatura también ha sido significativa ($P = 0.01$). En general se ha apreciado una mayor fitotoxicidad conforme mayor fue la radiación recibida. Ahora bien, la influencia de la radiación fue más acusada en el termoperíodo 19-25°C (ver Tabla 1) y menos a la más alta temperatura ensayada 29-34°C.

La acción de muchos herbicidas depende de las condiciones ambientales. En este trabajo se ha demostrado que la temperatura y la iluminación influyen en la acción fitotóxica de la terbutrina en el girasol, a igualdad de otros factores.

Houseword y Tweedy (1971) demostraron que la toxicidad de la terbutrina en Avena fue más afectada por la iluminación que por la humedad y la temperatura. En nuestros estudios, ambos factores, temperaturas e iluminación, han tenido una influencia similar, quizás algo superior el primero. Así, a elevadas dosis de terbutrina (2.5 kg/Ha m.a) la fitotoxicidad a 19-25°C fue aproximadamente 1.6 veces más elevada que a 12-18°C promediando niveles de radiación (ver Fig. 1), mientras que la radiación alta incremento la fitotoxicidad 1.3 veces la de la radiación baja en el caso más favorable (ver Fig. 2), o sea con terbutrina a dosis de 2.0 kg/ha y promediando regímenes de temperatura.

En términos generales parece ser que la terbutrina en girasol es más fitotóxica cuando las condiciones son más favorables para el desarrollo del cultivo. A temperaturas medias o elevadas y con alto nivel de radiación hemos visto que la fitotoxicidad producida ha sido mayor que a bajas temperaturas y menor nivel de radiación. En siembras tempranas de girasol en las que sobrevienen bajas temperaturas y días cortos en las primeras fases del cultivo es de esperar que disminuya la fitotoxicidad de la terbutrina debida a estos factores. Por el contrario si en siembras normales o tardías tienen lugar temperaturas y radiación elevadas después de la emergencia del cultivo estos factores podrán intensificar la fitotoxicidad.

Posiblemente la influencia de la temperatura sobre la absorción y translocación de la terbutrina en girasol es una de las causas principales de la diversa intensidad de respuesta de la planta al mismo. Leonard (1967) ha comprobado que las altas temperaturas

umentan la velocidad de transpiración lo que favorece la translocación de varios herbicidas inhibidores de fotosíntesis. También es bien conocida la influencia de la radiación y la temperatura en la fotosíntesis. Investigaciones posteriores serán necesarias para determinar cual de estos procesos fisiológicos influye más decisivamente en la respuesta del girasol a la terbutrina bajo diferentes condiciones ambientales.

BIBLIOGRAFIA

- ASHTON, F. M., 1965. Relationship between light and toxicity symptoms caused by atrazine and monuron. *Weeds* 13, 164-168.
- ASHTON, F. M. and A. S. CRAFTS, 1973. Mode of action of herbicides. Wiley - Intersciences. New York. 505 pp.
- AUDUS, L. J. ed. 1964. The physiology and biochemistry of herbicides. Academic Press, London, 555 pp.
- BEHRENS, R., 1964. Effects of environment on atrazine phytotoxicity. *Weed Sci. Soc. Amer.* n° 73.
- FIGUEROLA, L. F. and W. R., FURTICK, 1972. Effect of climatic - conditions on phytotoxicity of terbutryn. *Weed Sci.*, 1:60-63.
- HANCE, R. J., S. O. HOCOMBE and J. HOLROYD, 1968. The phytotoxicity of some herbicides in field and pot experiments in relation to soil properties. *Weed Res.* 8:136-144.
- HOUSEWORTH, L. D. and B. G., TWEEDY, 1971. Interactions of light, temperature and Moisture on terbutryn toxicity. *Weed Sci.* 6: 732-735.
- LEONARD, O. A., 1967. Action and effectiveness of certain classes of herbicides. *Weeds* 14:237-239.

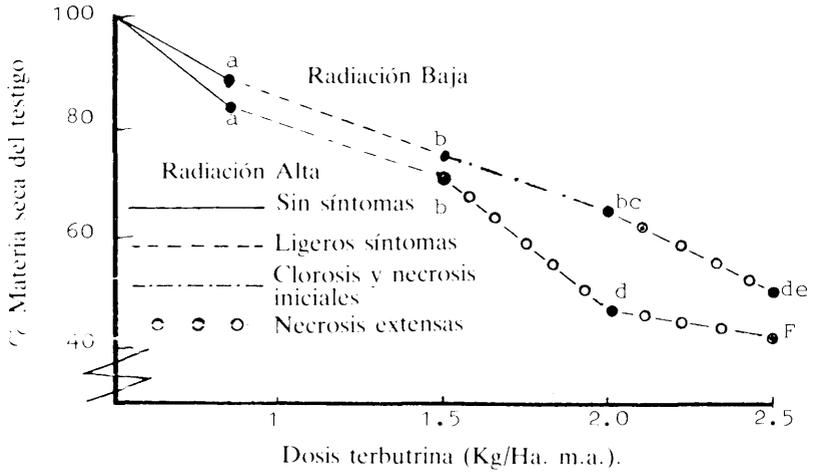


Fig. 1.— Influencia de los regímenes de temperaturas 2 y dosis de terbutrina sobre la fitotoxicidad de este herbicida en girasol, promediando niveles de radiación. Los resultados se expresan en porcentaje de materia seca del testigo. Los puntos seguidos de las mismas letras no son significativamente diferentes al $P=0.05$, según la prueba de Duncan.

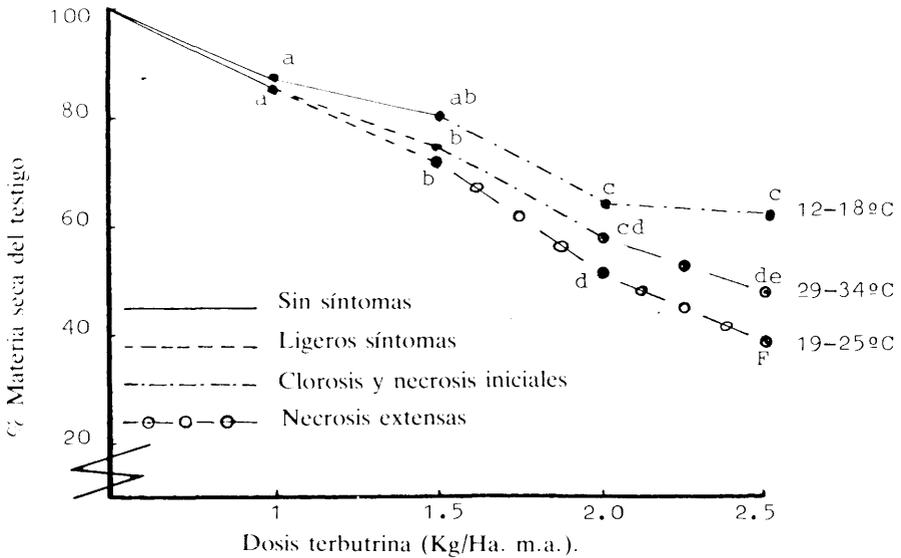


Fig. 2.— Influencia de los niveles de radiación y dosis de terbutrina sobre la fitotoxicidad de la terbutrina en girasol, promediando regímenes de temperatura. Los resultados se expresan en porcentaje de materia seca del testigo. Los puntos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($P = 0.05$) según la prueba de Duncan.