

EFECTO DEL GLIFOSATO EN PRETRASPLANTE Y SIEMBRA DIRECTA SOBRE EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE

José S. Andino*
Jorge E. Garro*
Ramiro de la Cruz**

INTRODUCCION

El combate de malezas en el cultivo de tomate constituye una función de gran importancia, ya que éstas establecen una relación de competencia con el cultivo, tanto en forma directa, como indirecta, al favorecer el desarrollo de plagas y enfermedades. Esto se explica porque las malezas generan un microclima favorable a ellas y se convierten en refugio de enemigos naturales de las plagas del cultivo.

La labor de control de la maleza representa un porcentaje de gastos que varía entre un 4 y 10% de los costos totales de producción del cultivo del tomate. En lo relativo al empleo de mano de obra, sin embargo, los porcentajes de costos de utilización en sólo manejo de las malezas son muy elevados (Rodríguez y Vellani, 1977; De León *et al.*, 1986).

La opción de control químico de las malezas es poco conocida en la región y el uso más corriente se limita a las aplicaciones de herbicidas no residuales antes del trasplante del cultivo. Los compuestos más usados son el paraquat (Gramoxone) para el control de malezas anuales y el glifosato (Roundup) para el control de especies perennes.

La maleza Cyperus rotundus, pimientilla o coyolillo, se ha convertido en la maleza dominante en el cultivo del tomate en áreas tales como la región del Pacífico Seco y algunos valles bajos interiores de Centroamérica y Panamá. En éste país se considera que esta maleza se presenta en por lo menos el 80% del área dedicada al cultivo de tomate (De León *et al.*, 1984).

* Siguen estudios de Posgrado en Fitoprotección. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

**Especialista en Malezas. CATIE, Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales.
7170 Turrialba, Costa Rica.

En El Salvador es necesario realizar desyerbas semanales después del trasplante de tomate para evitar la competencia del coyolillo con el cultivo. En Guatemala, en la zona productora de Zacapa, el agricultor tiene que hacer hasta cuatro desyerbas manuales, inmediatamente después del trasplante del tomate. En Panamá se estima que el 30% de la mano de obra utilizada en el cultivo del tomate se emplea en el control de malezas (De León et al, 1987). Estas prácticas de control de malezas encarecen los costos totales de producción del cultivo.

Por lo menos durante los primeros cuarenta días después del trasplante, el cultivo de tomate debe estar libre de la competencia del coyolillo para evitar reducciones en su rendimiento, según lo establecen los trabajos realizados en La Villa de Los Santos en Panamá (CATIE, 1988).

Para el control del coyolillo en los cultivos de tomate en el área centroamericana y Panamá, se han utilizado el glifosato (Roundup) y en menor intensidad el pebulate (Tilan). Este último se debe incorporar antes de la siembra del tomate, lo cual es difícil debido a que en el área se utiliza el sistema de siembra en lomillo. El glifosato se usa después de la preparación de los lomillos para el trasplante y cuando el coyolillo está en floración temprana. Debido a la escasa residualidad del glifosato en el suelo, será necesario complementar la acción del producto con desyerbas posteriores.

En relación con la competencia o pérdidas en los rendimientos debido al coyolillo, se encontraron reducciones en la producción de tomate del 53% por causa de la maleza (William y Warren, 1975).

Uso del Glifosato para control en coyolillo. El herbicida glifosato (Roundup) es un compuesto de acción sistémica recomendado para el control postemergente de malezas anuales y perennes (Weed Science Society of America, 1979). Por ser un herbicida no selectivo, es decir, que daña a todos los tejidos vegetales verdes que se pongan en contacto con él, por lo tanto debe aplicarse directamente contra las malezas sin salpicar al cultivo (Ivens y Phil, 1988). Aún cuando el glifosato puede usarse antes de la siembra y emergencia del cultivo o mediante aplicadores que frotran la maleza sin entrar en contacto con el cultivo, debe tenerse cuidado de

evitar que cuando la maleza muere, pueda transferir el producto y contaminar el resto del cultivo (Roberts, 1982).

Las características de absorción, movilidad en el suelo y degradación microbial de glifosato lo presentan como un compuesto que no deja acción residual en el suelo (Sprankle, *et al*, 1975). Sin embargo, la etiqueta con las indicaciones para el uso del herbicida en los Estados Unidos no recomienda este herbicida en pretrasplante.

La eficiencia del glifosato en el control del coyolillo ha sido estudiada y demostrada en muchos trabajos realizados en el trópico americano, (CIAT, 1982; Doll y Piedrahita, 1977a; Martínez y Pulver, 1975; CATIE, 1988). Gracias a su acción sistémica, el glifosato no sólo logra afectar la planta con la cual se pone en contacto sino que también afecta las estructuras subterráneas de la maleza (Doll y Piedrahita, 1982; Pulver y Romero, 1976; Hammerton, 1975). De ésta manera se reduce el potencial de la población de coyolillo, principalmente cuando no se hace más laboreo en el campo después de aplicado el herbicida.

Las recomendaciones para el uso del Roundup contra el coyolillo en la etiqueta del producto, indican la dosis de 6 l/ha del producto comercial. Sin embargo en Centroamérica y Panamá el agricultor utiliza únicamente 2.0 ó 3.0 l/ha sin tomar en cuenta el método de siembra (CATIE, 1988).

En El Salvador, Escalante y Doñan (1984), encontraron que el coyolillo se puede controlar en el cultivo del tomate, mediante dos aplicaciones dirigidas de Roundup durante el ciclo del cultivo, usando dosis de 2.5 a 3.0 l/ha. Los mismos autores lograron buenos controles del coyolillo con aplicaciones de glifosato en dosis de 2.85 l/ha del producto comercial, en cultivo de tomate, chile, ejote y pepino. La aplicación se hizo cuando la maleza había florecido en un 50%. Fue necesario hacer tres limpiezas manuales para evitar la competencia de la maleza con el cultivo, debido a la poca duración del producto en la dosis empleada y a la fuerte presión de la maleza en el sitio del experimento.

A pesar de la utilidad del glifosato en el control del coyolillo en cultivos de tomate, los agricultores de la región indican que cuando el tomate se trasplanta, inmediatamente después de la aplicación del glifosato,

se presenta fitotoxicidad en el cultivo. Por ésta razón la labor del trasplante después del uso del glifosato la retrasan entre 8 y 15 días (Escalante y Doñan, 1984). Este intervalo entre la aplicación de glifosato y el trasplante del tomate es la norma entre los agricultores. Esta espera es tiempo que pierde el cultivo en ocupar el sitio, en el caso en que el trasplante se hace inmediatamente después de la aplicación del herbicida.

Existe aún el temor de los agricultores para realizar el trasplante del tomate en suelos recién tratados con glifosato, además en la región se dispone de muy poca evidencia experimental sobre el particular. Algunos estudios sobre el posible efecto residual del glifosato se refieren a la germinación de semillas y emergencia de plántulas (Egley y Williams, 1978; Días y Fleck, 1982). Pero muy poco se conoce sobre el efecto de éste herbicida en cultivos trasplantados.

En un trabajo realizado por Pareja en Zacapa (Informe Interno Proyecto MIP/CATIE Guatemala, 1987), se estableció que en plantas de tomate, trasplantadas inmediatamente después de la aplicación de Roundup, en dosis de 6 l/ha, se presentaban síntomas de fitotoxicidad similares a los causados por el herbicida.

La escasez de evidencias experimentales y la posibilidad de que factores como clima y suelo sean importantes en el posible daño del glifosato al tomate trasplantado, exigen mayor investigación sobre el tema. Además se debe tener en cuenta que el glifosato es una de las herramientas de lucha más importantes contra el coyolillo en cultivos de tomate. Por esta razón se desarrolló el trabajo que se indica a continuación, con el propósito de observar el efecto del glifosato en pre-trasplante sobre el cultivo del tomate, para lo cual se probaron varias dosis del producto y diferentes intervalos para el trasplante y siembra del cultivo.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en la finca "La Montaña", del CATIE en Turrialba, durante los meses de abril, mayo y junio de 1988, en un suelo franco arcilloso, con un pH de 5.0. Durante el experimento las condiciones

climáticas fueron: precipitación total de 481 mm, uniformemente distribuida; temperatura media de 22.7°C y humedad relativa de 88.3%.

El diseño experimental fue de parcelas sub-divididas en bloques completamente al azar y las variables en estudio fueron:

- Tiempo transcurrido entre la aplicación de herbicida y el trasplante o siembra directa del tomate: 15, 12, 9, 6, 3 y 0 días.
- Dosis de Roundup por hectárea: 0, 3.0, 6.0 litros del producto comercial.
- Método de siembra del cultivo: siembra directa y trasplante.

La variable "tiempo" se ubicó en la parcela principal de 115.2 m²; la dosis en la subparcela de 38.4 m²; y el tipo de siembra en la sub-parcela de 19.2 m².

El herbicida se aplicó sobre suelo limpio, con una aspersora experimental AZ, boquillas Tee-jet 8002 a una presión de 40 lb/pulgada² y en una solución de 200 l/ha.

La variedad de tomate utilizada fue Dina y tanto la siembra directa como el trasplante se hicieron sobre lomillos, preparados antes de la aplicación del glifosato. Se fijó una fecha única para la siembra directa y el trasplante, con lo cual se pretendía lograr una población del cultivo de desarrollo uniforme, de tal manera que la comparación entre distintas variables tuviera mayor validez. Las distintas dosis del glifosato se aplicaron con el correspondiente tiempo de anticipación a la fecha fijada para la siembra o el trasplante.

Las prácticas de cultivo y la densidad de plantas se hicieron de acuerdo con las recomendaciones generales. El cultivo se sostuvo hasta los inicios de la floración, época en la cual se suspendió la toma de datos. Las observaciones correspondientes se hicieron sobre los siguientes factores:

- Grado de fitotoxicidad mediante apreciación visual, según la siguiente escala: 1: Sin fitotoxicidad; 5: Muerte de la planta.

- Altura de plantas
- Peso seco de plantas
- Número de plantas vivas y muertas.

Las observaciones se iniciaron 15 días después del trasplante y de la siembra y se repitieron 15 días más tarde.

La primera lectura sobre peso seco, se hizo sólo para las plantas trasplantadas, pues las de siembra directa estaban recién emergidas. Se tomaron al azar cuatro plantas por parcela, a las cuales se les midió la altura y se arrancaron para luego determinar el peso seco.

RESULTADOS Y DISCUSION

Después de realizar las observaciones básicas sobre fitotoxicidad, se suspendió la investigación debido al fuerte ataque de Pseudomonas solanacearum que se presentó al inicio de la floración del cultivo.

El análisis estadístico de las observaciones sobre germinación realizadas a los 15 y 30 días después de la siembra directa, no reflejó diferencias significativas entre épocas, ni entre las dosis de glifosato evaluadas. En el cuadro 1 se indica el porcentaje de plantas emergidas en cada una de las distintas épocas de aplicación de glifosato.

CUADRO 1. Promedio del porcentaje de emergencia de plantas por efecto de las diferentes dosis a través del tiempo(*).

APLICACION DEL HERBICIDA	PORCENTAJE DE GERMINACION
15 DAT	96.11 A
12 DAT	95.56 A
9 DAT	95.00 A
6 DAT	96.67 A
3 DAT	96.11 A
0 DAT	95.56 A

DAT: Días antes del trasplante.

(*) Medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente por la prueba de Tukey.

El análisis estadístico de la interacción de época por dosis no fue significativo. Igualmente la calificación sobre el grado de fitotoxicidad, realizada a los 30 días después de la siembra, no mostró que el herbicida causara daño al cultivo en siembra directa.

En el Cuadro 2 se presenta el efecto de las distintas épocas de aplicación del herbicida, sobre el crecimiento y el grado de fitotoxicidad de las plantas trasplantadas. También se indica en éste cuadro la cantidad promedio de plantas muertas por tratamiento. La muerte de las plantas no debe entenderse como debida al efecto del herbicida por cuanto la enfermedad causada por Pseudomonas solanacearum estuvo presente con mucha intensidad. Los análisis estadísticos sobre las plantas muertas y la altura de las plantas, no señalan diferencias entre los distintos tratamientos. Tampoco se presentaron diferencias entre los tratamientos para obtener el peso seco de plantas.

CUADRO 2. Promedio del grado de fitotoxicidad, altura y número de plantas muertas para cada época de aplicación del herbicida, 15 días después del trasplante(*).

APLICACION DEL HERBICIDA (DAT)	GRADO DE FITOTOXICIDAD (1)	ALTURA DE PLANTA (cm)	PLANTAS MUERTAS
15	2.22 AB	12.83 A	2.44 A
12	1.55 B	14.31 A	2.33 A
9	1.44 B	12.47 A	1.33 A
6	1.22 B	13.42 A	1.11 A
3	1.77 AB	12.83 A	2.66 A
0	2.77 A	12.22 A	1.77 A

DAT = Días Antes del Trasplante

(1) En escala de 1 a 5: 1= Plantas sin daño, 5= Plantas muertas.

(*) Medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente por la prueba de Tukey.

Se aprecia cierta tendencia hacia un daño mayor, con relación al grado de fitotoxicidad, cuando el trasplante se hace muy cerca de la

aplicación del glifosato. Los tratamientos de trasplante inmediatamente después de aplicar el herbicida y tres días después, mostraron valores altos de fitotoxicidad. Sin embargo el tratamiento de trasplante a los 15 días mostró el valor más alto de daño. Queda la duda sobre un posible enmascaramiento de los síntomas reales de fitotoxicidad, o de que condiciones muy particulares del suelo puedan influir para que el producto cause daño aún con aplicaciones muy distanciadas del momento del trasplante (15 días en el caso de la presente investigación).

Cuando se hizo el análisis estadístico para valores de fitotoxicidad y dosis del glifosato no se encontró significancia. Sin embargo se pudo apreciar que pocas plantas mostraban los síntomas de toxicidad debida al glifosato, las cuales se caracterizan por una clorosis, reducción de tamaño y deformación de las hojas terminales. Estos síntomas fueron observados en plantas trasplantadas inmediatamente después de la aplicación de la dosis alta del herbicida.

CONCLUSIONES

En la presente investigación se pudo observar que cuando se usó glifosato en pre-trasplante o pre-siembra del tomate no se presenta daño al cultivo cuando éste proviene de siembra directa. En el cultivo de trasplante se presentó el síntoma del daño atribuible al glifosato cuando el trasplante se hizo el mismo día de la aplicación. Sin embargo, éste daño no fue consistente, ni presentó diferencias estadísticamente significativas con relación al tratamiento de trasplante 15 días después de aplicado el producto. No obstante, se aprecia una ligera tendencia hacia un mayor daño cuando el trasplante se hace muy próximo a la aplicación del herbicida.

Generalmente se espera que la acción de un herbicida que es absorbido de la solución del suelo sea más activo contra plántulas de origen de semilla sexual que contra las de origen vegetativo, al momento del trasplante a su sitio definitivo, la planta de tomate se encuentra en pleno crecimiento vegetativo. Podría esperarse entonces que la plántula de tomate fuera más sensible a la acción del glifosato en el suelo, que plantas de mayor edad trasplantadas. Quizá por el mejor desarrollo radicular de

la planta trasplantada y por su mayor capacidad de absorción, esta planta toma más herbicida del suelo.

Debido a la naturaleza eléctrica de la molécula de glifosato en solución, se espera que ésta quede fuertemente ligada a las partículas coloidales del suelo. Sin embargo, el hecho de que plantas trasplantadas absorban el herbicida desde el suelo, nos indica que bajo determinadas circunstancias la molécula del producto pasa a la solución del suelo desde donde es tomada por las plantas. No se sabe como los factores de clima, suelo y la interacción planta-suelo puedan participar en el posible fenómeno de absorción o adsorción del glifosato.

Debido a la susceptibilidad de la planta de tomate recién trasplantada a muchos patógenos del suelo y al estrés que origina el mismo trasplante, las manifestaciones de una posible fitotoxicidad del herbicida glifosato a través del suelo y bajo condiciones de campo son difíciles de determinar con precisión. Por ésta razón, se recomienda hacer trabajos en maceteros, en condiciones físicas y químicas del suelo, bien conocidas. Igualmente se deberá eliminar en éstos trabajos cualquier efecto dañino de patógenos a la planta.

Finalmente, aún cuando la compañía productora del glifosato no recomienda su uso en pretrasplante, la gran presión del coyolillo en muchas áreas dedicadas al cultivo del tomate hace que los agricultores acudan a éste herbicida como la mayor ayuda para luchar contra ésta maleza. Se requiere entonces de mayor investigación para lograr una buena utilización del glifosato en pretrasplante del cultivo del tomate, reduciendo al mínimo el peligro de daño al cultivo.

RESUMEN

La especie Cyperus rotundus, coyolillo o pimientilla es la principal maleza en zonas dedicadas al cultivo del tomate en la región. Algunos ejemplos se ven en las áreas de Los Santos en Panamá, Zapotitán en El Salvador, Olancho en Honduras; zonas bajas de la provincia de Guanacaste en Costa Rica; en el valle de Sebaco, Departamento de Matagalpa, Nicaragua y en Zacapa, Guatemala.

Una de las herramientas más útiles para el cultivador de tomate en las áreas infestadas de coyolillo es el herbicida glifosato (Roundup). Este compuesto se usa en postemergencia de la maleza, antes del trasplante del tomate y en menor frecuencia mediante aplicaciones dirigidas en la calle, después del trasplante del cultivo.

En las aplicaciones de glifosato pre-trasplante, el agricultor espera entre 8 y 15 días antes de trasplantar su cultivo. Según las observaciones de los cultivadores, el trasplante inmediatamente después de la aplicación del glifosato causa fitotoxicidad al cultivo. Esta fitotoxicidad se manifiesta por amarillamiento, reducción en tamaño y deformación de las hojas terminales. Según el agricultor, aún cuando el cultivo aparentemente se recupera, la producción sufre retrasos. Fuera de éstas observaciones por parte de los agricultores, existe muy escasa información experimental sobre el posible comportamiento del glifosato sobre el tomate trasplantado inmediatamente después de su aplicación.

Las aplicaciones del herbicida glifosato en presiembra y en pretrasplante, realizadas en la presente investigación permiten resaltar los siguientes aspectos:

- 1- En siembra directa no se observó ningún efecto fitotóxico del herbicida en el cultivo del tomate.
- 2- Para el trasplante del cultivo, los síntomas de fitotoxicidad debidos al herbicida no fueron consistentes y tampoco resultaron estadísticamente significativos.

BIBLIOGRAFIA

- CATIE. 1988. Epoca crítica de competencia tomate vs. Cyperus rotundus. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Institucional. Informe Anual 1987/88 No. 9. pp. 101-102.
- CATIE. 1989. Seminario Taller Rottboellia cochinchinensis Lour y Cyperus rotundus L. Distribución, Problemas e Impacto económico en Centro América y Panamá. 1988. Tegucigalpa, Honduras: MIP-CATIE.
- CIAT. 1982. El coquito (Cyperus rotundus L.). Biología y control. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura tropical. Guía de estudio. 56 p.

- DE LEON, G.; CARRANZA, L.; GORDON, R.; MORENO, A.; NAVARRO, M. 1987. Resultados del programa de Investigación en tomate (Lycopersicon esculentum) y ají (Capsicum annuum) en la región de Asuero. Panamá. IDIAP. 6 p.
- DE LEON, G.; NAME, B.; LASSO, R. 1986. Guía para el productor de tomate. Panamá. Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá. 32 p.
- DIAS, C. A.; FLECK, N. G. 1982. Efeitos dos herbicidas Glyphosate e paraquat, aplicados ao solo, sobre a emergencia de feijao e soja e de algunas especies daninhas. Planta Daninha (Brasil) 1: 23-34.
- DOLL, J.; PIEDRAHITA, W. 1982. Effect of glyphosate on the sprout of Cyperus rotundus L. Tubers. Weed Research 22: 123-128.
- ESCALANTE, W.; DOÑAN, M. 1986. Comparación de herbicidas pre y pos-emergentes para el control de malezas en tomate. XXXII Reunión anual PCCMCA. San Salvador. p.
- EGLEY, G. H.; WILLIAMS, R. D. 1978. Glyphosate and paraquat effect on weed seed germination and seedling emergence. Weed Science 26: 249-251.
- HAMMERTON, J. L. 1975. Experiment with Cyperus rotundus L. II. Effect of some herbicides and growth regulators. Weed Research 15: 177-183.
- IVENS, M. A.; PHIL, D. (Ed.). 1988. The UK Pesticide Guide. London, British Crop Protection Council. p.
- MARTINEZ, M. de J. 1986. Período crítico de interferencia de las malezas con los cultivos de brócoli, tomate y frijol en el Altiplano de Guatemala. In Seminario-Taller, Ciencia de las Malezas. M. R. Pareja. (ed). CATIE, Proyecto MIP, Guatemala. Agosto 3 al 8. 1986. p.
- PULVER, E.; ROMERO, C. 1976. Estudios sobre la absorción foliar y translocación de glifosato en Cyperus rotundus L. Revista Comalfi (Colombia) 2(1):38-46.
- ROBERTS, H. A. (Ed.). 1982. Weed control Handbook: Principles. 7th ed. British Crop Protection Council. London. Blackwells. p.
- RODRIGUEZ, E.; VELLANI, J. R. 1977. Producción y productividad del tomate en lotes demostrativos en el Valle de Comayagua. Tegucigalpa, Honduras. Secretaría de Recursos Naturales. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. p.
- SPRANKLE, D.; MEGGITT, W. F.; PENNER, D. 1975. Adsorption, mobility and microbial degradation of glyphosate in the soil. Weed Science 23: 229-240.
- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 1979. Herbicide Handbook. 4th Ed. Champaign, Ill. p. 224-228.
- WILLIAM, R. D.; WARREN, G. F. 1975. Competition between purple nutsedge and vegetables. Weed Science 23: 317-447.