

# Efecto Residual del Glifosato sobre el Desarrollo y Rendimiento del Tomate de Trasplante<sup>1</sup>

L. C. Salazar\*, G. von Lindeman\*\*

## ABSTRACT

A herbicidal trial was mounted during the dry season (January to May 1989) in the Experimental Station of the Faculty of Agronomy, University of Panama, to determine the relationship between a glyphosate residuality in the soil and the growth and yield of tomato, *Lycopersicon esculentum*. Tomato plants were transplanted on January 25 and 26. Three rates of glyphosate were evaluated: 0, 1.0 and 2.1 kg ae/ha, applied 0, 1, 2, 6, 9 and 13 days before transplanting tomato plants. The experimental variables measured were herbicide relative toxicity, crop height at 34 days after transplant (DAT), dry foliage weight at 42 DAT, and tomato yield. It was found that there was no visual injury in the foliage and growth of tomato plants which could be related to glyphosate soil residuality. Height, biomass and tomato crop yield were not affected.

## INTRODUCCION

El herbicida glifosato (Roundup) es un producto sistémico, no selectivo, aplicado al follaje y de muy amplio espectro sobre malezas anuales y perennes (gramíneas, cyperáceas y otras dicotiledóneas) siendo su persistencia o residualidad en el suelo relativamente nula, por lo que ofrece poca o ninguna actividad preemergente (Weed Science Society of America, 1979).

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 2 de julio de 1990.

\* Especialista en Malezas, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

\*\* Especialista en Malezas, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá.

## COMPENDIO

Durante la época seca (entre los meses de enero a mayo de 1989), se estableció en la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá, un experimento para determinar la posible acción residual del herbicida glifosato en el suelo y el desarrollo y su relación con el rendimiento del cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum*. El trasplante de tomate se realizó el 25 y 26 de enero. Se evaluaron tres dosis de glifosato, 0, 1.0 y 2.1 kg ea/ha, aplicadas en diferentes épocas previas al trasplante, 0, 1, 2, 6, 9 y 13 días antes del trasplante. Las variables experimentales medidas fueron: toxicidad relativa del herbicida, altura del cultivo a los 34 DDT, peso del follaje seco de las plantas de tomate a los 42 DDT y el rendimiento del fruto. Bajo las condiciones en que se condujo este estudio se encontró que no hubo ningún efecto fitotóxico visual real o aparente en el follaje, desarrollo y vigor de las plantas de tomate, que pudiese ser atribuido a una residualidad del glifosato en el suelo. Tampoco la altura, producción de biomasa y el rendimiento del cultivo de tomate se vieron afectados.

El uso de este compuesto antes del trasplante del cultivo de tomate lo realizan ciertos agricultores para el combate de diferentes malezas, muy en especial, del *Cyperus rotundus* (pimientilla), que es una maleza de gran importancia agrícola en los países de Centroamérica y Panamá.

A pesar de que el glifosato es reportado como un herbicida carente de acción residual en el suelo, algunos productores de tomate *Lycopersicon esculentum* en diferentes áreas de Centroamérica, han observado recientemente efectos fitotóxicos y, en ocasiones, muerte de plantas del cultivo, causadas por un aparente efecto del herbicida. Como una generalidad, se asevera que, dichos efectos se ponen de manifiesto después de realizar el trasplante del tomate, particular-

mente cuando se trasplanta inmediatamente después de la aplicación del glifosato. Al presente, es muy escasa la información experimental que se tiene al respecto.

El objetivo central de este estudio consistió en determinar la relación existente entre la posible acción residual del glifosato en el suelo y el desarrollo y rendimiento del cultivo con respecto a la aplicación de diferentes dosis y épocas de glifosato antes del trasplante.

#### MATERIALES Y METODOS

**Localización:** Este estudio se condujo en el Centro de Enseñanza e Investigación Agropecuaria de Tocumen (CEIAT), de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, localizado en ciudad de Panamá.

**Manejo del ensayo:** El estudio comprendió el período de enero a mayo de 1989, coincidiendo con la época seca del país. Se estableció en un suelo de textura franca, cuyas características físicas y químicas aparecen en el Cuadro 1. La preparación del suelo se realizó con arado, rastra y finalmente se surcó. El herbicida glifosato utilizado contiene en su formulación comercial de Roundup una concentración de 359 g del equivalente ácido/litro. La aplicación del herbicida se realizó sobre suelo sin vegetación, con aspersora de espalda CP-3, asperjando un volumen de solución de 416 l/ha. Se utilizó la variedad de tomate DINA línea 1-49, ubicándose los semilleros en un invernadero del Centro Experimental hasta el momento de su traslado al campo. El trasplante se hizo el 25 y 26 de enero de 1989, con 3 960 plantas en todo el ensayo. Se aplicó 682 kg/ha de abono completo de 12-24-12, 16 días después del trasplante (DDT) y 31 kg/ha de nitrógeno a los 22 y 41 DDT. También se empleó el abono foliar Bayfolan a razón de 60 ml/galón de agua aplicado a los 20, 26, 35 y 48 DDT. Con la aplicación de abono completo y nitrogenado se hicieron aporques y limpieza de malezas en forma general. No se utilizó otro herbicida además del glifosato para controlar malezas en el ensayo.

Para el control de las chinillas, *Diabrotica adelpha*, *Diabrotica balteata* y *acalymma* spp, que se presentaron pocos días después del trasplante, se realizaron dos aplicaciones del insecticida deltametrina (Decis) con intervalo de ocho días, a razón de 2 ml del producto comercial/galón de agua. Se efectuaron los riegos necesarios y se realizaron cuatro cosechas en total. El sistema de riego utilizado fue de flujo por gravedad, haciendo surcos distanciados a 1.20 m entre sí, de manera que el agua quedara a lo largo del surco

Cuadro 1. Características físicas y químicas del suelo del sitio del ensayo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Tocumen, Panamá, 1989.

Variable	Valor	Interpretación
Textura	: Franca	
pH	: 6.20	Alcalino
Fósforo (P)	: 2.00 ppm	Bajo
Potasio (K)	: 70.00 ppm	Mediano
Calcio (Ca)	: 18.20 meq/100 g	Alto
Magnesio (Mg)	: 8.05 meq/100 g	Alto
Aluminio (Al)	: Trazas	Bajo
Materia orgánica	: 3.35%	Mediano
Manganeso (Mn)	: 160.00 ppm	Alto
Hierro (Fe)	: 580.00 ppm	Alto
Zinc (Zn)	: 3.00 ppm	Bajo
Cobre (Cu)	: 11.00 ppm	Alto

cuando se le cerraba el paso y así lograr humedecer completamente el suelo en contacto con las raíces de las plantas de tomate.

**Metodología experimental:** se empleó un diseño de bloques al azar, en arreglo de parcelas divididas, y cuatro repeticiones. Las parcelas principales la constituyeron las épocas de aplicación del herbicida, realizadas 0, 1, 2, 6, 9 y 13 días antes del trasplante (DAT). Las subparcelas las conformaron las dosis de 0, 1.0 y 2.1 kg ea/ha (0, 3.0 y 6.0 l/ha del producto comercial).

Las parcelas principales de cinco surcos distanciados 1.20 m entre sí, fueron de 17.0 m de largo y 4.80 m de ancho. Las plantas de tomate dentro del surco estuvieron separadas a 0.50 m. Distancias de 1.20 m entre parcelas principales, 1.0 m entre subparcelas y 2.0 m entre repeticiones fueron dejadas en el experimento. El área total del ensayo fue de 2 575.20 m<sup>2</sup>.

**Colecta de datos experimentales:** Las variables experimentales medidas fueron: Toxicidad relativa del herbicida sobre el tomate trasplantado, altura de plantas de tomate a los 34 DDT, obteniéndose cinco valores de altura en cada subparcela, para después promediar a un solo valor por réplica. Peso de follaje seco de las plantas de tomate a los 42 DDT, cortando la parte aérea de tres plantas en cada subparcela, las que se dejaron secar a 60°C hasta peso constante, para después promediar a un solo valor por réplica. El rendimiento (kg/ha) se determinó con base en cuatro cosechas de 25 plantas de tomate tomadas de los tres surcos centrales. La última cosecha se llevó a cabo el 2 de mayo. No se tomaron en cuenta más cosechas para este experimento por presentarse el inicio de la época lluviosa.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Ningún efecto fitotóxico visual que pudiese ser atribuido a una posible residualidad del glifosato en el suelo, pudo ser apreciado en las plantas de tomate. Las diferencias observadas fueron de índole morfológico y vegetativo (tamaño, crecimiento, desarrollo, vigor), propias o inherentes al mismo crecimiento de las plantas del cultivo o del medio ambiente circundante.

En el Cuadro 2 se muestran las diferentes variables medidas durante la ejecución del experimento. Se observa que la altura, el peso del follaje seco y el rendimiento en peso de la producción no fueron estadísticamente diferentes, de acuerdo con los análisis de varianza realizados. Ello corrobora lo indicado en el párrafo anterior, respecto a la carencia de síntomas de trinitales visibles en el follaje o en la sobrevivencia

de las plantas de tomate. Andino *et al.* (1), encontraron que cuando se usó el glifosato antes de la siembra directa de tomate no hubo ningún efecto fitotóxico del herbicida en el cultivo. En este mismo trabajo, también se reporta que el herbicida aplicado antes del trasplante del cultivo de tomate, aparentemente causó síntomas de fitotoxicidad, pero estos no fueron consistentes ni resultaron estadísticamente significativos.

Diferentes estudios señalan que el herbicida glifosato no tiene actividad residual en el suelo. Sprankle *et al.* (7), encontraron que cantidades tan altas como 56 kg/ha de glifosato fueron rápidamente inactivados en suelos limosos arcillosos y suelos con alto contenido de materia orgánica. Baird *et al.* (2), señalan que el glifosato pierde sus propiedades como herbicida cuando es aplicado e incorporado en suelos minerales, en dosis superiores a las normales.

Cuadro 2. Valores promedio de las variables: altura 34 DDI; peso seco del follaje 42 DDI; rendimiento en kg/ha del tomate.

Aplicación del herbicida (DAT)	Dosis de glifosato/ha		Altura* (cm)	Peso follaje seco* (g)	Rendimiento* (kg/ha)
	kg ea	l PC			
0	0	0	27.7	10.32	12.348
	1.0	3.0	26.2	10.56	11.089
	2.1	6.0	25.2	8.75	12.348
1	0	0	25.8	11.28	12.348
	1.0	3.0	26.3	11.24	12.348
	2.1	6.0	24.4	12.49	13.608
2	0	0	25.0	13.56	12.600
	1.0	3.0	25.0	12.00	10.332
	2.1	6.0	23.7	11.38	13.104
6	0	0	27.5	13.20	11.844
	1.0	3.0	26.1	10.36	11.340
	2.1	6.0	26.9	13.23	14.112
9	0	0	25.5	10.44	13.608
	1.0	3.0	26.0	11.39	16.632
	2.1	6.0	25.2	10.35	9.828
13	0	0	27.6	11.93	11.340
	1.0	3.0	24.2	10.08	10.583
	2.1	6.0	25.5	11.19	9.828
CV Epocas			15.14%	29.98%	35.88%
CV Dosis			7.98%	30.47%	32.88%

DAI = días antes del trasplante.

kg ea = kilogramos del equivalente ácido.

l PC = litros del producto comercial.

CV = coeficiente de variación.

\* No hubo diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos según la prueba de "F".

Sin embargo, cabe señalar que otros estudios indican que el glifosato podría tener una actividad residual en el suelo bajo ciertas condiciones. Rodríguez y Worsham (5), encontraron que el glifosato aplicado al follaje del trigo era exudado de las raíces hacia el suelo, causando inhibición de la raíz y daños de plántulas de maíz que crecían en el mismo suelo. Brewster y Appleby (3), informan que aplicaciones preemergentes de glifosato en el suelo húmedo a los 0, 2 y 4 días después de la siembra de trigo, causó daño a un número sustancial de plantas, inclusive con dosis tan bajas como 1.7 kg/ha, particularmente en el caso en que la aplicación fue más cercana a la emergencia del trigo. Salazar y Appleby (6), encontraron que 3.4 kg/ha de glifosato aplicado hasta cinco días antes de la emergencia de la gramínea *Agrostis tenuis* causó daño significativo al crecimiento de las plantas. Los mismos autores también reportan que semillas de dos leguminosas *Medicago sativa* y *Trifolium pratense* colocadas 24 horas después de tratar la superficie de un suelo con 1.0 y 3.0 kg/ha de glifosato, se vieron afectadas considerablemente en la germinación y el crecimiento de las plantas. Las especies en mención absorbieron el herbicida del suelo a través de sus raíces, ya que el glifosato permaneció en el suelo por un período suficiente como para reducir significativamente el crecimiento de dichas especies.

Las características del suelo (textura, pH, materia orgánica, fertilidad) utilizado en este estudio, difieren de la mayoría de los suelos mencionados en la revisión bibliográfica de este artículo

Los trabajos realizados por Sprankle *et al.* (7) y Baird *et al.* (2) señalan que no se encontró actividad o residualidad del glifosato, independientemente del tipo de suelo. No obstante, los estudios de Brewster y Appleby (3), Salazar y Appleby (6), indican que la humedad del suelo pareció ser un factor más importante que los tipos de suelo a considerarse en la residualidad del glifosato. Todas las aplicaciones del glifosato previos al trasplante de tomate, se hicieron prácticamente sobre suelo carente de vegetación y con muy poca humedad.

Con los datos obtenidos en este ensayo es difícil precisar la razón de la inactividad del glifosato. Hance (4), concluyó que la baja actividad o residualidad del glifosato en el suelo obedece generalmente a una combinación de dos factores: una moderada absorción del herbicida en el suelo y una baja toxicidad propia del mismo producto cuando se aplica a las raíces de las plantas.

El tipo de suelo donde se llevó a cabo el experimento tiene mucha similitud en cuanto a pH, textura, contenido de materia orgánica, macro y micronutrientes, con los suelos donde durante la estación seca del país se produce comercialmente tomate en gran escala, como son las provincias de Herrera, Los Santos y Coclé. Por lo tanto, bajo las condiciones en que se ejecutó el estudio, estos resultados preliminares pudiesen tener aplicabilidad en dichas zonas tomateras.

#### CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se condujo el estudio, no se observó ningún daño aparente o real en el follaje, ni en el desarrollo, tamaño y vigor de las plantas de tomate, que pudiese tener alguna relación con la residualidad del glifosato en el suelo.

La altura, producción de biomasa (follaje seco) y rendimiento del cultivo de tomate no se vieron afectados por las aplicaciones de glifosato realizadas antes del trasplante.

Es probable que las condiciones que puedan promover fitotoxicidad al tomate recién trasplantado estén relacionadas con condiciones particulares de suelo, humedad del suelo, clima u otros, lo que evidenciaría la diferencia de respuestas obtenidas en diferentes sitios. Otra posible causa puede ser que el producto absorbido y traslocado a través de las malezas desde el follaje hasta las raíces quede disponible en la solución del suelo para que las raíces del cultivo lo absorban.

#### LITERATURA CITADA

- ANDINO, J.S.; GARRO, J.E.; DE LA CRUZ, R. 1989. Efecto del glifosato en pretrasplante y siembra directa sobre el crecimiento del cultivo del tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no 12 p. 1-11.
- BAIRD, D.D.; UPCHURCH, R.P.; HOMESLEY, W.B.; FRANZ, J.E. 1971. Introduction of a new broad-spectrum post-emergence herbicide class with utility for herbaceous perennial weed control. Proc. North Cent. Weed Control Conf. 26:64-68.
- BREWSTER, B.A.; APPLEBY, A.P. 1972. Preemergence soil activity of N-(phosphonomethyl) glycine on winter wheat. Res. Prog. Rep. West. Soc. Weed Sci. p. 90.
- HANCE, R.J. 1976. Adsorption of glyphosate by soil. Pestic. Sci. 7:363-366.
- RODRIGUEZ, J.J.; WORSHAM, A.D. 1980. Exudation of glyphosate from treated vegetation and its implication in increasing yields of no-till corn and soybeans. Abstr. Weed Sci. Soc. Am. p. 92.

6 SALAZAR, L.C.; APPLBY, A.P. 1982. Herbicidal activity of glyphosate in soil. *Weed Science* 30:463-466

7 SPRANKLE, P.; MCGGITT, W.F.; PENNER, D. 1975. Rapid inactivation of glyphosate in the soil. *Weed Science* 23:224-228

## Nodulación y Rendimiento del Cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Tratado con Diferentes Herbicidas en Dos Sistemas de Labranza<sup>1</sup>

J.D. Alvarez-Solis\*, A.B. Vesga-Cala\*\*, M. Cárdenas\*\*\*, A. Tasistro\*\*\*

### ABSTRACT

A field experiment was established to evaluate the effect of soil tillage (zero and minimum tillage) and herbicide application (linuron + alachlor, bentazon, and EPTC + paraquat) on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) nodulation and yield. The number of plant nodules did not vary between the tillage systems. Nodule weight, biomass production and seed yield were 2.4, 1.4 and 1.8 times higher in zero tillage than minimum tillage, respectively. The herbicides had no effect on nodulation. In zero tillage the seed yield was higher with a linuron + alachlor application, while with minimum tillage no difference was noted between herbicide treatment and the control. These results show that tillage affects the common bean nodulation capacity and yield, and suggests a higher stability of symbiotic nitrogen fixation in zero tillage, without any damage to common bean nodulation with the application of evaluated herbicides.

### INTRODUCCION

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) constituye una fuente de proteínas fundamental en la alimentación de los habitantes de América Latina, y además tiene gran importancia debido a la superficie dedicada a su cultivo. Varios estudios donde se ha evaluado el beneficio de la fijación simbiótica del nitrógeno en los rendimientos del frijol común, han mostrado que generalmente existe poca respuesta a la inoculación rizobiana (2, 13, 18, 20) otros señalan que la respuesta es moderada (6, 25).

El establecimiento de una simbiosis efectiva en la reducción del nitrógeno atmosférico depende de factores propios de la planta y de la bacteria, así como

### COMPENDIO

Se estableció un experimento en el campo para evaluar el efecto de la labranza del suelo (cero y mínima) y la aplicación de herbicidas (linurón + alaclor, bentazona y EPTC + paraquat) sobre la nodulación y el rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). El número de nódulos de las plantas no varió significativamente entre los dos sistemas de labranza. El peso seco de los nódulos, la producción de biomasa y el rendimiento de grano fueron, respectivamente, 2.4, 1.4 y 1.8 veces más altos en labranza cero. Los herbicidas no afectaron la nodulación. En labranza cero el rendimiento de grano fue mayor con la aplicación de linurón + alaclor, mientras que con labranza mínima no se observaron diferencias entre los tratamientos con herbicidas y el control. Estos resultados muestran que la alteración del medio edáfico, a través de la labranza, afecta la capacidad de nodulación y de rendimiento del frijol común. Así también, sugieren una mayor estabilidad de la fijación simbiótica del nitrógeno en el sistema de labranza cero, sin que existan daños sobre la nodulación del frijol común en la aplicación de los herbicidas evaluados.

de las condiciones del medio ambiente (9, 13). Se ha reportado que la actividad humana sobre el medio edáfico, a través de la labranza, modifica las características físicas y químicas del suelo y afecta la microflora del suelo (7, 8). El efecto de la labranza en la simbiosis ha sido poco estudiado (13, 24).

El sistema de labranza cero ha tenido amplia aceptación en los últimos años, principalmente en los Estados Unidos de Norteamérica. Las razones de esta rápida aceptación han sido: incrementos en la producción, mejor manejo del agua, reducción de labor y de los requerimientos de energéticos (21). Además, este sistema permite la retención de los residuos del cultivo anterior sobre la superficie del suelo y reduce el riesgo de erosión (11). Sin embargo, mucha gente tiene gran interés en la calidad del medio ambiente y cuestiona esta práctica agrícola, en donde la maleza se controla con herbicidas en sustitución del método mecánico correspondiente a la labranza (26) y el efecto que estos plaguicidas pueden tener sobre la microflora del suelo. Se ha evaluado el efecto de algunos herbicidas en el crecimiento *in vitro* de los rizobias

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 20 de agosto 1990.

\* Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. Laboratorio de Microbiología Agrícola. Apartado Postal 63, 29200 San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

\*\* Fertilizantes Mexicanos, S.A.

\*\*\* Universidad Autónoma de Chapingo.