



EFECTO DE EXTRACTOS ACUOSOS DE *Helianthus annuus* Lin. SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Solanum lycopersicum* Lin.

Effect of aqueous extracts of *Helianthus annuus* Lin. on *Solanum lycopersicum* Lin. growth

Yaniuska González Perigó¹✉, Oriela Pino Pérez², Ángel Leyva Galán³, Zaida I. Antonioli⁴, Roberto A. Arévalo⁵, Yanara Gómez Matos¹ y María I. Pavón Rosales³

ABSTRACT. The study was developed in order to determine the effect of aqueous extracts of *Helianthus annuus* Lin on *Solanum lycopersicum* Lin growth. Roots and leaves samples of sunflower plants were collected from a policulture system located in a mountainous agroecosystem and their effects. These effects were evaluated on certified tomato seeds about germination, radicle and hypocotyl length. Nine treatments with four replicates were established in Petri plates. The extracts of sunflower from roots, and from leaves, at 15, 30 and 45 and at 75 and 90 days of development, respectively, inhibited tomato seed germination. Sunflower root extracts at 75 and 90 days of development stimulated tomato radical and hypocotyl growth. These results showed that sunflower plant produces chemical substances inhibiting tomato growth specifically the radicle and the hypocotyl in the earlier 45 days of growth after germination, and it is not recommended the association of these two crops simultaneously.

Key words: sunflower, tomato, radicle, hypocotyl, inhibition

RESUMEN. Con el objetivo de determinar el efecto de extractos acuosos de *Helianthus annuus* Lin. sobre el crecimiento de *Solanum lycopersicum* Lin. se tomaron muestras de raíz y hojas de plantas recolectadas de un sistema de policultivo ubicado en un agroecosistema montañoso. Los extractos acuosos de girasol se obtuvieron a partir de raíz y hojas de plantas recolectadas durante dos años. Se evaluaron los efectos de estos extractos sobre la germinación, longitud de la radícula y del hipocótilo de semillas de tomate certificadas, para ello se ejecutaron nueve tratamientos con cuatro repeticiones dispuestos en placas Petri. Los extractos de raíz de girasol a los 15, 30 y 45 días y de hojas a los 75 y 90 días de desarrollo inhibieron la germinación de las semillas de tomate y el crecimiento de la radícula y el hipocótilo. Los extractos de raíz de girasol con 75 y 90 días, estimularon el crecimiento de la radícula y del hipocótilo del tomate. Estos resultados demuestran que el girasol produce sustancias químicas que inhiben el crecimiento del tomate y no se recomienda asociar estos dos cultivos de forma simultánea.

Palabras clave: girasol, tomate, radícula, hipocótilo, inhibición

INTRODUCCIÓN

El cultivo del girasol (*Helianthus annuus* L.), perteneciente a la familia *Asteraceae*, tiene su origen en América del Norte; en la actualidad se expande a todos los continentes y cubre un área de

aproximadamente 18 millones de hectáreas en virtud de la calidad de su aceite. Este cultivo es considerado entre los cuatro de mayor producción de aceite vegetal comestible y su aceite ocupa el segundo lugar en cuanto al consumo mundial de este tipo de producto (1). El girasol también posee potencialidades en la obtención de forraje para la alimentación del ganado vacuno lechero en período poco lluvioso^A. La intensificación de su cultivo se relaciona con su utilización como materia prima para la producción

¹ Universidad de Guantánamo, Facultad Agroforestal de Montaña.

² Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA).

³ Instituto Nacional Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700.

⁴ Universidade Federal de Santa Maria. Rio grande do sul. Brasil.

⁵ Secretaria de Agricultura de Estado de São Paulo. Piracicaba. Brasil.

✉ yaniuska@fam.cug.co.cu

^A Penichet, C.; Carballo, G.; Guerra, G. y Alemán, P. *El cultivo del girasol como alternativa forrajera viable para la alimentación del ganado vacuno lechero*, [95], Observatorio de la Economía Latinoamericana, 2008.

de biocombustible, en Brasil es impulsado por la creación del "Programa Nacional de Biodiesel", que trae como meta la inserción de la agricultura familiar en la producción de agroenergía^B (2).

Bajo las condiciones de los agroecosistemas montañosos en Cuba se promueven los sistemas policulturales y dentro de ellos la introducción de la siembra del girasol. La presencia de esta especie en el agroecosistema contribuye a la alimentación humana mediante el aporte de un aceite con valor alimentario alto y, a la vez, se enriquece la alimentación animal con los residuos del proceso de extracción. Sin embargo, la introducción del girasol en asociación con el tomate (*Solanum lycopersicum* Lin) afectó el desarrollo de este último cultivo fundamentalmente cuando se asociaron de manera simultánea (3).

Estudios anteriores demuestran que el girasol puede interferir en el desarrollo de plantas vecinas (4), aunque los mecanismos responsables por esos efectos no son bien conocidos, estos probablemente ocurren porque el girasol es fuente de sesquiterpenoides y otros compuestos con actividad biológica variable entre genotipos (5). Por tanto se requiere profundizar en el conocimiento de las relaciones ecológicas de la especie introducida y su potencial como fuente de compuestos bioactivos, especialmente con actividad alelopática.

Las investigaciones referidas a los efectos alelopáticos entre las plantas han cobrado mayor importancia después del auge de la agricultura ecológica. Aunque, los resultados alcanzados en este campo aún son insuficientes para considerarlos como una solución inmediata a problemas que históricamente ha presentado la agricultura tropical, por su elevada diversidad de especies en competencia interespecífica, en cualquier cultivo económico^C. Los aleloquímicos tienen múltiples funciones dentro del entramado biótico en el área de distribución original: alelopática, defensa frente a herbívoros, agentes transportadores de metales o agentes de simbiosis entre microorganismos del suelo y la planta (6, 7).

Un efecto se puede identificar como alelopático cuando se prueba que es debido a acciones bioquímicas y no a factores edáficos, climáticos o de competencia por agua, luz y nutrientes (8). Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue determinar el efecto de extractos de girasol sobre el crecimiento del tomate, para contribuir a esclarecer si las interacciones químicas están relacionadas con el efecto negativo

marcado y producido en el desarrollo del tomate por la asociación simultánea de estos cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

RECOLECTA Y PROCESAMIENTO DEL MATERIAL VEGETAL

Las recolectas se realizaron de septiembre a diciembre del 2009 y de septiembre a diciembre del 2010 en sistemas de policultivo dentro del agroecosistema montañoso "Finca la Loma", localidad Limonar de Monte Rous, provincia Guantánamo, Cuba. Las raíces de girasol (variedad Caburet) se recolectaron a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días a partir de la emergencia; las hojas se recolectaron a los 75 y 90 días. El material vegetal se secó a temperatura ambiente durante 15 días y se molió en un molino de cuchillas.

OBTENCIÓN DE LOS EXTRACTOS

El material vegetal seco y molido se extrajo por maceración con agua durante cuatro horas (2 g en 100 mL de agua destilada) (9). Cada extracto se filtró con papel Whatman 1 y se almacenó a una temperatura de 4 °C hasta su evaluación. El contenido de sólidos totales de 1 mL del extracto se determinó en el analizador de humedad electrónico marca Santorius MA-45, se realizaron tres repeticiones para cada extracto. Se calcularon las medias y se analizaron con una prueba de medias de Tukey ($p < 0,05$).

BIOENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO

El efecto de los extractos acuosos obtenidos de raíces y hojas recolectados en diferentes momentos del desarrollo del cultivo de girasol se determinó en placas Petri (11 cm de diámetro) con papel de filtro Whatman No.1 colocado en el fondo. Se emplearon semillas de tomate (variedad Vita).

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- ♦ H₂O destilada (control).
- ♦ Extracto de raíz de girasol 15 días después de la emergencia.
- ♦ Extracto de raíz de girasol 30 días después de la emergencia.
- ♦ Extracto de raíz de girasol 45 días después de la emergencia.
- ♦ Extracto de raíz de girasol 60 días después de la emergencia.
- ♦ Extracto de raíz de girasol 75 días después de la emergencia.
- ♦ Extracto de raíz de girasol 90 días después de la emergencia.
- ♦ Extracto de hojas de girasol 75 días después de la emergencia.
- ♦ Extracto de hojas de girasol 90 días después de la emergencia.

^B Silva, H.P.; Neves, J.M.G.; Reis, A.P.D.; Brandão Junior, D.S.; Sampaio, R.A. y Colen, F. "Desenvolvimento da Cultura do Girassol em Diferentes Doses de Lodo de Esgoto e Silicato de Cálcio e Magnésio", *Congresso Brasileiro de Agrobioenergias Simposio Internacional de Biocombustíveis*, Anais, Uberlândia, MG, Brasil, 2008.

^C Leyva, G.A.; Beltrán, R.L. y Falcón, A. "Alelopatía. Diversidad de plantas potencialmente útil en los agroecosistemas", *Conferencia en Taller Nacional de productores destacados*, edit. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba, 2005.

Para cada placa Petri, se sumergieron 30 semillas en 2 mL de cada tratamiento (agua destilada o extracto) durante un minuto. A continuación, se colocaron sobre papel de filtro Whatman 1 previamente humedecido con 5 mL del extracto correspondiente (agua en el control). Se utilizaron cuatro réplicas por tratamiento en un diseño de bloques al azar (9). Las placas Petri se incubaron a temperatura ambiente. Se determinó el número de semillas germinadas cada 24 horas y la longitud de la radícula y del hipocótilo transcurridos siete días. Los datos de longitud de la radícula y del hipocótilo se presentan como porcentaje de diferencia con el control; por lo tanto cero representa el control, valores positivos representan estimulación del parámetro estudiado y valores negativos representan inhibición (10).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para las diferencias entre las medias, se llevó a cabo la comparación de medias con la prueba de Tukey al $p < 0,05$, mediante el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus 5.0 (11).

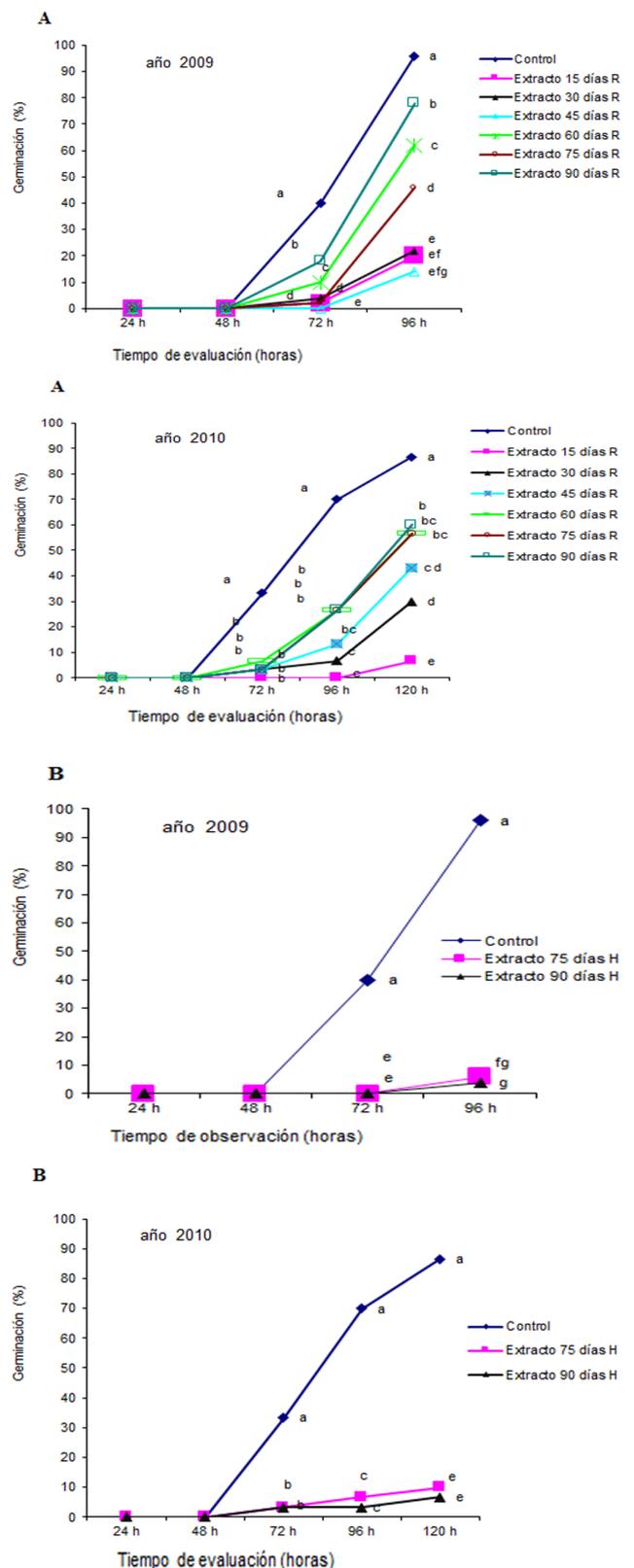
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se exponen los resultados de la evaluación del efecto de extractos de raíz y hojas de girasol, recolectadas en diferentes etapas de desarrollo del cultivo, sobre la germinación de las semillas de tomate. El inicio de la germinación ocurrió a partir de las 72 horas en el tratamiento control, 40 y 33 % para las evaluaciones de los años 2009 y 2010 respectivamente, pero los porcentajes fueron muy bajos para todos los extractos transcurrido este tiempo.

Para el bioensayo del año 2009, la germinación alcanzó el mayor porcentaje (96 %) en el tratamiento control a las 96 horas, mientras que el resto de los tratamientos inhibieron significativamente este parámetro. Para el segundo año, la germinación se monitoreó hasta las 120 horas cuando el tratamiento control alcanzó el máximo porcentaje (87 %) y nuevamente el número de semillas germinadas fue menor en todos los tratamientos que en el control durante todo el tiempo de evaluación desde el inicio de la germinación.

En ambos años se evidenció que de los extractos de raíz obtenidos a los 15, 30 y 45 días producen un efecto inhibitorio más marcado con porcentajes por debajo del 45 %. Cuando se aplican los extractos de las hojas, los porcentajes son menores del 10 %, inferiores a los obtenidos en los tratamientos de raíz correspondientes a la misma etapa de desarrollo fenológico del girasol.

Estos resultados concuerdan con estudios previos que evidenciaron que extractos acuosos de la parte superior de las plantas, sobre todo hojas, producen una inhibición mayor para las plántulas que los extractos de raíces (12).



Valores de porcentaje de germinación en un mismo tiempo de evaluación con letras iguales no difieren para $p < 0,05$.

Figura 1. Efecto sobre la germinación de semillas de tomate de extractos de raíz (A) y hojas (B) de girasol recolectadas en los años 2009 y 2010.

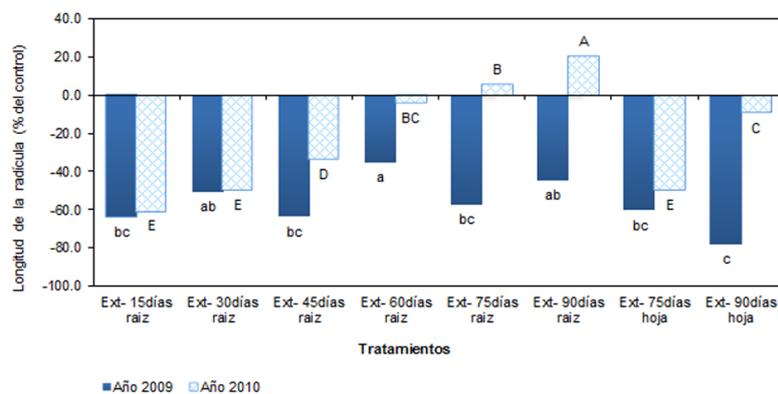
Diferentes concentraciones de extractos acuosos de hojas de girasol redujeron la germinación de varias especies como la mostaza (*Brassica nigra* (L.) Koch), el rábano (*Raphanus sativus* Lin.), el trigo (*Triticum vulgare* Willd.) y el pepino (*Cucumis sativus* Lin.) (4). Investigaciones precedentes también informan sobre la inhibición de la germinación de otras dicotiledóneas, *Lactuca sativa* Lin., *Lepidium sativum* Lin. y *Allium cepa* Lin, por compuestos obtenidos de extractos acuosos de hojas de *H. annuus* recolectadas un mes antes de la cosecha (coincide con los 75 días después de la emergencia) (13). También, diferentes concentraciones de extractos acuosos de hojas de girasol inhibieron la germinación y el desarrollo de plántulas de trigo (*Triticum aestivum*) y mostaza (*Sinapis alba*), aunque la mostaza fue más susceptible^D.

La Figura 2 expone los resultados de la evaluación del efecto sobre el crecimiento de la radícula de

los extractos de raíz y hojas de girasol. Todos los tratamientos del 2009 inhibieron este parámetro independientemente de la parte y la etapa del desarrollo de la planta. Este comportamiento se repitió con las muestras del año 2010, excepto para los extractos de raíz de 75 y 90 días que estimularon el desarrollo radicular.

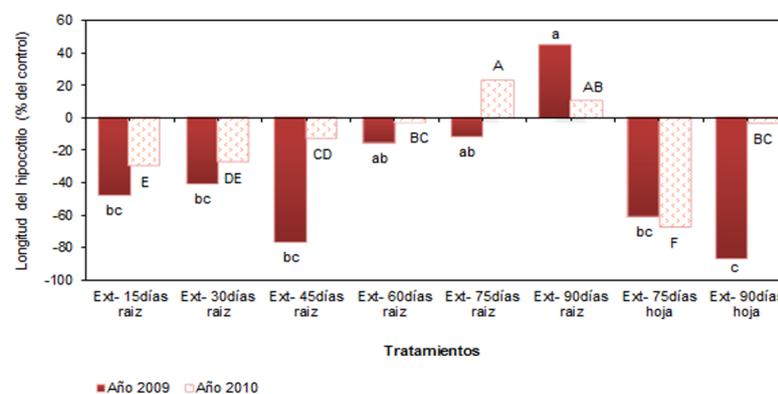
La Figura 3 muestra los resultados de la determinación del efecto sobre el crecimiento del hipocótilo de extractos de raíz y hojas de girasol. Las longitudes del hipocótilo fueron inferiores al control en las variantes a partir de raíz a los 15, 30, 45 y 60 días, así como las de hojas a los 75 y 90 días en ambos años evaluados, unido al extracto de raíz a los 75 días del primer año. Un crecimiento mayor del hipocótilo, en relación con el control, se produjo en el tratamiento de extracto de raíz a los 90 días en la evaluación de las muestras del año 2009; en el año 2010 también, se estimuló el crecimiento con el extracto de raíz correspondiente a este tiempo y con el de 75 días.

^D Gawronska, H.; Bernat, W.; Janowiak, F. y Gawronski, S.W. "Comparative studies on wheat and mustard responses to allelochemicals of sunflower origin", *European Allelopathy Symposium "Allelopathy - From Understanding to Application"*, Poland, 3 de junio de 2004, 28 p.



Valores de porcentaje de inhibición en un mismo año con letras iguales no difieren para p<0,05.

Figura 2. Efecto sobre el crecimiento de la radícula de tomate de extractos de raíz y hojas de girasol obtenidos en los años 2009 y 2010.



Valores de porcentaje de inhibición en un mismo año con letras iguales no difieren para p<0,05.

Figura 3. Efecto sobre el crecimiento del hipocótilo del tomate de extractos de raíz y hojas de girasol obtenidos en los años 2009 y 2010.

El girasol es una especie conocida por presentar una producción elevada de metabolitos secundarios; sin embargo, se reconoce la gran variabilidad del potencial alelopático sobre la germinación y el crecimiento radicular y la parte aérea entre genotipos de girasol (4, 13). El efecto de sus metabolitos puede ser estimulador o inhibidor, según el parámetro evaluado, la especie indicadora utilizada, los diferentes compuestos aislados a partir de sus extractos y sus concentraciones (13). En este estudio, los efectos de los tratamientos evaluados sobre los tres parámetros determinados demuestran la presencia de metabolitos bioactivos en el girasol cultivado (variedad Caburet) bajo las condiciones del agroecosistema montañoso.

La germinación del tomate se redujo con todos los extractos obtenidos del girasol durante el crecimiento del girasol y los resultados indican que las sustancias que se producen al inicio de su desarrollo en la raíz (hasta los 45 días) y en las hojas en etapas más avanzadas (75 y 90 días) afectan en mayor medida este parámetro, ya sea por su naturaleza química o por su concentración en las muestras evaluadas. Además, los compuestos químicos extraídos de las raíces en etapas tempranas del cultivo desde los 15 a los 60 días y de las hojas a los 75 y 90 días inhiben no solo la germinación del tomate sino también el crecimiento y desarrollo de la radícula y del hipocótilo.

Durante los dos años la tendencia de los resultados se mantuvo, en cuanto al efecto inhibitorio de los extractos obtenidos al inicio del desarrollo radicular y de las hojas al final del ciclo, lo que podría deberse a que los metabolitos producidos por el girasol en estas etapas del desarrollo en ambos años fueron similares.

Por otro lado, el efecto estimulante sobre el crecimiento producido por muestras de raíz de 75 y 90 días, fundamentalmente en el segundo año evaluado, indica cambios en los perfiles de metabolitos (cualitativos o cuantitativos) en las raíces con el desarrollo de la planta. Estos resultados corroboran la teoría de que los aleloquímicos pueden influir ejerciendo un efecto inhibitorio o estimulante (14).

Los bioensayos para determinar el efecto de la liberación de compuestos alelopáticos con frecuencia solo emplean extractos obtenidos, a partir de la planta donante desarrollada o en proceso de descomposición (10, 15, 16, 17, 18). El diseño experimental utilizado

tiene la ventaja de simular la interferencia girasol-tomate en las diferentes etapas de desarrollo del girasol. Para lograr la mayor aproximación a la situación de las plantas en el campo es muy importante representar la interferencia entre plantas desde los estadios iniciales del desarrollo, momentos en el que el proceso alelopático puede ser determinante para el establecimiento de las plántulas como lo demuestra el efecto inhibitorio de los extractos de raíz (de 15 a 60 días de desarrollo) sobre los tres parámetros evaluados. Estos elementos contribuyen a esclarecer por qué es mayor la afectación del tomate asociado de manera simultánea con el girasol (3).

Al comparar los resultados de los dos años en cuanto al tipo de efecto (inhibidor o estimulador) solo se manifiestan diferencias en los extractos de raíz de 75 días (longitud de radícula e hipocótilo) y 90 días (longitud de radícula) que pudieran estar asociadas a variaciones en la biosíntesis de los metabolitos bioactivos, causadas por cambios en los factores ambientales (clima, suelo y otros) entre un año y otro. Los efectos alelopáticos de compuestos fenólicos pueden incrementarse en suelos pobres en nutrientes; por ejemplo, se demostró que niveles superiores de ácidos cafeoilquínicos en girasol son causados por deficiencias de nitrógeno, potasio y azufre (19). Los cambios en el efecto sobre el crecimiento al comparar los resultados de los dos años estudiados pudieran, por tanto, deberse a variaciones en el contenido de materia orgánica y de algunos de estos elementos en las áreas de cultivo.

Los mecanismos responsables de los efectos del girasol sobre las diferentes especies diana estudiadas no están totalmente esclarecidos, pero están asociados a la biosíntesis de algunos metabolitos entre los que se encuentran algunas lactonas sesquiterpénicas (5).

Se plantea que la mayoría de esos compuestos ejercen su efecto a través de un mecanismo de acción común, la alquilación de moléculas orgánicas.

Los niveles de actividad pueden estar correlacionados con la composición cuantitativa o cualitativa de los extractos. La variabilidad de la respuesta de la planta diana puede ser atribuida a diferencias en la concentración de las sustancias presentes en los extractos de girasol, por ello durante el segundo año se determinaron los sólidos totales en cada uno de ellos (Tabla I).

Tabla I. Concentración de sólidos totales de los extractos acuosos de raíz y hojas de girasol evaluados.

Extractos	Concentración (mg mL ⁻¹)
Extracto de raíz de girasol 15 días después de la emergencia	5,7 a
Extracto de raíz de girasol 30 días después de la emergencia	2,7 ab
Extracto de raíz de girasol 45 días después de la emergencia	4,7 ab
Extracto de raíz de girasol 60 días después de la emergencia	3,3 ab
Extracto de raíz de girasol 75 días después de la emergencia	2,3 ab
Extracto de raíz de girasol 90 días después de la emergencia	1,3 b
Extracto de hojas de girasol 75 días después de la emergencia	3,3 ab
Extracto de hojas de girasol 90 días después de la emergencia	1,3 b
Error Estándar	0,00050

Solo los extractos de raíz a los 15 y a los 90 días poseen valores de sólidos totales significativamente diferentes; el primero con mayor concentración inhibe, tanto el crecimiento de la radícula como del hipocótilo, mientras que el segundo estimula ambos parámetros. Los valores de sólidos totales de los extractos de raíz no se correlacionan directamente con el efecto sobre el crecimiento, pues extractos que inhiben (15, 30 y 45 días) y otros que estimulan (75 y 90 días) no difieren estadísticamente en su concentración de sólidos totales. Los extractos de las hojas no difieren entre sí en cuanto a la concentración de sólidos totales disueltos.

Aunque los valores de los sólidos totales se mantuvieron dentro de un rango en el que no difieren estadísticamente, las variaciones en el efecto sobre el crecimiento de los extractos de raíz pueden deberse a que la composición cualitativa es diferente o a que la cantidad de alguno(s) de los compuestos bioactivos varía significativamente, aunque el valor total no lo haga. Los extractos con mayor efecto sobre el tomate pueden tener una concentración más alta de el(los) compuesto(s) responsable(s) del efecto biológico. Para que las sustancias alelopáticas ejerzan su acción sobre las plantas dianas se deben cumplir varias etapas. Los compuestos deben ser liberados de las plantas donantes en cantidades adecuadas y alcanzar las concentraciones suficientes para ser absorbidos, trasladados y actuar sobre algún mecanismo bioquímico relevante para el desarrollo de la especie diana (19).

La investigación realizada proporciona información muy importante que contribuye a explicar el marcado efecto negativo de la asociación simultánea del tomate con el girasol, pues evidencia la presencia de aleloquímicos que pueden mediar las relaciones ecológicas en el agroecosistema y confirma la importancia de considerar el impacto ambiental de la introducción de una especie nueva al sistema.

CONCLUSIONES

El girasol produce sustancias químicas que inhiben el crecimiento del tomate que pueden ser responsables del efecto negativo sobre el desarrollo de este cultivo en asociación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Curti, G.L.; Martin, T.N.; Ferronato, M. de L. y Benin, G. "Girassol ornamental: caracterização, pós-colheita e escala de senescência", *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 35, no. 1, junio de 2012, pp. 240-250, ISSN 0871-018X.
2. Pereira, da S.H.; Carvalho, M.G.J. de.; Gomes, N.J.M.; da Silva, B.D.J. y Karam, D. "Levantamento das plantas espontâneas na cultura do girassol", *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, vol. 5, no. 1, 2010, p. 167, ISSN 1981-8203.
3. González, P.Y.; Leyva Galán, A. y Pino Pérez, O. "Competencia por interferencia de *Helianthus annuus* L., asociado a *Solanum lycopersicum* L. bajo condiciones de campo", *Cultivos Tropicales*, vol. 35, no. 4, diciembre de 2014, pp. 28-35, ISSN 0258-5936.
4. Silva, H.L.; Trezzi, M.M.; Marchese, J.A.; Buzzello, G.; Miotto, J.E.; Patel, F.; Debastiani, F. y Fiorese, J. "Determinação de espécie indicadora e comparação de genótipos de girassol quanto ao potencial alelopático", *Planta Daninha*, vol. 27, no. 4, 2009, pp. 655-663, ISSN 0100-8358.
5. Macías, F.A.; Marín, D.; Oliveros-Bastidas, A.; Varela, R.M.; Simonet, A.M.; Carrera, C. y Molinillo, J.M. "Allelopathy as a new strategy for sustainable ecosystems development", *Biological Sciences in Space*, vol. 17, no. 1, 2003, pp. 18-23, ISSN 1349-967X.
6. Oliveros-Bastidas, A. de J.; Macías, F.A.; Fernández, C.C.; Marín, D. y Molinillo, J.M.G. "Root exudates and their relevance to the allelopathic interactions", *Química Nova*, vol. 32, no. 1, 2009, pp. 198-213, ISSN 0100-4042, DOI 10.1590/S0100-40422009000100035.
7. Vázquez, M.L.L. "Manejo de plagas en la agricultura ecológica", *Boletín Fitosanitario*, vol. 15, no. 1, 2010, p. 38, ISSN 1816-8604.
8. Lorenzo, P. y González, L. "Alelopatía: una característica ecofisiológica que favorece la capacidad invasora de las especies vegetales", *Revista Ecosistemas*, vol. 19, no. 1, 2010, ISSN 1697-2473, [Consultado: 15 de junio de 2015], Disponible en: <<http://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/57>>.
9. Caamal-Maldonado, J.A.; Jiménez-Osorio, J.J.; Torres-Barragán, A. y Anaya, A.L. "The Use of Allelopathic Legume Cover and Mulch Species for Weed Control in Cropping Systems", *Agronomy Journal*, vol. 93, no. 1, 2001, p. 27, ISSN 1435-0645, DOI 10.2134/agronj2001.93127x.
10. Macías, F.A.; Lacroix, R.; Varela, R.M.; Nogueiras, C. y Molinillo, J.M.G. "Isolation and Phytotoxicity of Terpenes from *Tectona grandis*", *Journal of Chemical Ecology*, vol. 36, no. 4, 18 de marzo de 2010, pp. 396-404, ISSN 0098-0331, 1573-1561, DOI 10.1007/s10886-010-9769-3.
11. Statistical Graphics Crop STATGRAPHICS® Plus [en línea], versión 5.1, [Windows], 2000. (ser. Profesional), Disponible en: <<http://www.statgraphics.com/statgraphics/statgraphics.nsf/pd/pdpricing>>.
12. Chon, S.-U. y Nelson, C.J. "Allelopathy in Compositae plants. A review", *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 30, no. 2, abril de 2010, pp. 349-358, ISSN 1774-0746, 1773-0155, DOI 10.1051/agro/2009027.
13. Macías, F.A.; Varela, R.M.; Torres, A. y Molinillo, J.M.G. "Potential Allelopathic Activity of Natural Plant Heliannanes: A Proposal of Absolute Configuration and Nomenclature", *Journal of Chemical Ecology*, vol. 26, no. 9, 1 de septiembre de 2000, pp. 2173-2186, ISSN 0098-0331, 1573-1561, DOI 10.1023/A:1005524601019.
14. Hernández Escobar, I.; Urra Zayas, I.; Díaz Viruliche, L.; Pérez Petitón, J. y Hernández Cuello, G. "Labranza mínima y efecto alelopático en la producción de frijol común en la Empresa Agropecuaria 19 de Abril de la provincia Mayabeque", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 22, no. 3, septiembre de 2013, pp. 46-48, ISSN 2071-0054.

15. Macías-Rubalcava, M.L.; Hernández-Bautista, B.E.; Oropeza, F.; Duarte, G.; González, M.C.; Glenn, A.E.; Hanlin, R.T. y Anaya, A.L. "Allelochemical Effects of Volatile Compounds and Organic Extracts from *Muscodor yucatanensis*, a Tropical Endophytic Fungus from *Bursera simaruba*", *Journal of Chemical Ecology*, vol. 36, no. 10, 31 de agosto de 2010, pp. 1122-1131, ISSN0098-0331, 1573-1561, DOI10.1007/s10886-010-9848-5.
16. Rodrigues, I.M.C.; Souza Filho, A.P.S.; Ferreira, F.A. y Demuner, A.J. "Chemical prospecting of compounds produced by *Senna alata* with allelopathic activity", *Planta Daninha*, vol. 28, no. 1, 2010, pp. 1-12, ISSN0100-8358, DOI10.1590/S0100-83582010000100001.
17. Casas, L.; Mantell, C.; Rodríguez, M.; Torres, A.; Macías, F.A. y Ossa, E.J.M.D.L. "Identification of Major Compounds Extracted by Supercritical Fluids from *Helianthus annuus* L. Leaves", *Solvent Extraction Research and Development, Japan*, vol. 18, 2011, pp. 55-68, ISSN 2188-4765, DOI 10.15261/serdj.18.55.
18. Imatomi, M.; Novaes, P.; Matos, A.P.; Gualtieri, S.C.J.; Molinillo, J.M.G.; Lacret, R.; Varela, R.M. y Macías, F.A. "Phytotoxic effect of bioactive compounds isolated from *Myrcia tomentosa* (Myrtaceae) leaves", *Biochemical Systematics and Ecology*, vol. 46, febrero de 2013, pp. 29-35, ISSN 0305-1978, DOI 10.1016/j.bse.2012.09.005.
19. Vyvyan, J.R. "Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals", *Tetrahedron*, vol. 58, no. 9, 25 de febrero de 2002, pp. 1631-1646, ISSN 0040-4020, DOI 10.1016/S0040-4020(02)00052-2.

Recibido: 26 de febrero de 2014

Aceptado: 3 de octubre de 2014

¿Cómo citar?

González Perigó, Y.; Pino Pérez, O.; Leyva Galán, Á.; Antonioli, Z. I.; Arévalo, R. A.; Gómez Matos, Y. y Pavón Rosales, M. I. "Efecto de extractos acuosos de *Helianthus annuus* Lin. sobre el crecimiento de *Solanum lycopersicum* Lin" [en línea]. *Cultivos Tropicales*, 2015, vol. 36, no. 4, pp. 28-34. ISSN 1819-4087. [Consultado: ____]. Disponible en: <-----/>.