

Potencial alelopático de *Convolvulus Arvensis* en semillas de alfalfa, trigo y garbanzo mediante bioensayos

Silvia Rodríguez Navarro,¹ Juan Esteban Barranco Florido, Francisco Javier López Rosas, Verónica Nava Rodríguez, Antonio Flores Macías y Lluvia de Carolina Sánchez Pérez

Resumen. *Convolvulus arvensis* es una de las malezas más nocivas a la agricultura, produce alelopáticos que interfieren con las plantas cultivadas; por lo que se evaluó el efecto del extracto acuoso de diferentes partes de *C. arvensis* en semillas de *Medicago sativa* L, *Triticum aestivum* L. y *Cicer arietinum* L., mediante bioensayos *in vitro*. Los resultados obtenidos indican que el efecto de cada tratamiento depende de la especie vegetal; en *M. sativa* reduce la longitud de la raíz; en *T. aestivum* y *C. arietinum* disminuye el porcentaje de germinación. En el caso de *M. sativa* la flor de *C. arvensis* es el órgano con el mayor efecto alelopático sobre las especies vegetales; característica que incrementa el efecto nocivo sobre las plantas cultivadas.

Palabras clave. *Convolvulus arvensis*, alelopáticos, cultivos.

Abstract. *Convolvulus arvensis* is one of the most noxious weeds to agriculture, in addition to produce allelopathic chemicals, interfering with the cultivated

¹ Insectario, Departamento de Producción Agrícola y Animal, e-mail: srodnavarro@gmeil.com.

plants so the effect of aqueous extract of different parts of *C. arvensis* in seeds of *Medicago sativa* L, *Triticum aestivum* L. and *Cicer arietinum* L. was evaluated by bioassays *in vitro*. The results indicate that the effect of each treatment depends on the plant species; in *M. sativa* reduces the length of the root; in *T. aestivum* and *C. arietinum* decreases the percentage of germination. In *M. sativa*, the flower of *C. arvensis* is the part with the largest allelopathic effect on the plant species; feature that increases the harmful effect on cultivated plants.

Keywords: *Convolvulus arvensis*, allelopathic, crops.

INTRODUCCIÓN

Las malezas o arvenses son plantas invasivas en diferentes ecosistemas, con énfasis en áreas agrícolas (Bhardwaj *et al.*, 2014), y sobreviven a diversas situaciones de estrés, desde la presión de la selección natural hasta las prácticas de labranza y de manejo empleadas en las zonas cultivadas. Su persistencia en el suelo es una muestra de su capacidad para sobrevivir en un hábitat disturbado (Kaur *et al.* 2014). Algunos de los mecanismos que permiten su sobrevivencia son la habilidad para producir grandes cantidades de semillas, además de ciclos de vida cortos, latencia de las semillas y periodicidad en la germinación de las semillas, y producción de sustancias químicas llamadas alelopáticos (Duke, 2015). *Convolvulus arvensis* L. (Solanales: Convolvulaceae) es una maleza originaria de la Región Mediterránea en Europa, está en la lista de las diez malezas más problemáticas a nivel mundial (Jacobs, 2007). En México, *C. convolvulus* afecta considerablemente el rendimiento de cultivos como trigo, alfalfa, garbanzo, vid, sorgo, además es responsable del incremento en los costos de producción, de la dificultad en las cosechas y de la reducción de su calidad, disminuyendo el valor del terreno y, por ende, los beneficios económicos de los productores (Tamayo *et al.*, 2007; Rodríguez *et al.*, 2008).

Varias especies de malezas, anuales y perennes, han demostrado poseer un potencial alelopático, considerado como mecanismo de interferencia química entre dos plantas en el ámbito de las especies vegetales, ésta se verifica mediante la supresión de la germinación y el crecimiento de una especie frente a otra a través de la liberación de sustancias químicas inhibitorias. Este efecto, denominado alelopático, generalmente complementa el efecto de competencia que las arvenses ejercen sobre la germinación, crecimiento y desarrollo de los cultivos agrícolas (Bhardwaj *et al.*, 2014; Nitesh *et al.*, 2015; Swanton *et al.*, 2015).

Dada la importancia de *C. convolvulus*, es necesario conocer su potencial alelopático como otra característica que podría interferir con el desarrollo de los cultivos en donde se desarrolla. Existen estudios de alelopatía sobre otras malezas perennes. En México, Anaya *et al.* (1990) estudiaron el potencial alelopático de *Ipomea tricolor* (Convolvulaceae), arvense común en los campos de caña de azúcar, y probaron el efecto inhibitorio de sus lixiviados acuosos y extractos con solventes orgánicos sobre el desarrollo de plántulas de arvenses; las fracciones orgánicas son una mezcla de resinas glucosídicas y son las responsables de este efecto inhibitorio. Por otro lado, Kostadinova *et al.* (2002) mostraron el efecto estimulante o inhibitorio de extractos acuosos de rizomas y follaje colectados de macetas de *C. arvensis* en dos concentraciones sobre la germinación de semillas de jitomate.

Partiendo de la problemática de *C. arvensis* como una fuerte competidora de diversos cultivos, es necesario tener información sobre los alelopáticos, por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar el potencial alelopático del follaje, raíz y flor de *C. arvensis* L. sobre la germinación y crecimiento radicular de semillas de alfalfa (*Medicago sativa* L. cv), trigo (*Triticum aestivum* L. cv) (Poaceae) y garbanzo (*Cicer arietinum* L.) (Fabaceae), mediante bioensayos *in vitro*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Las plantas de *C. arvensis* se obtuvieron a partir de semillas procedentes del Campo Experimental de la Costa de Hermosillo, Sonora (INIFAP), que se sembraron en macetas de plástico (17 cm de diámetro y 20 cm de profundidad). La distribución dentro de cada maceta se realizó colocando una semilla en los vértices de un cuadro, y una más al centro. Se aplicaron diariamente cuatro riegos de 80 ml cada uno, mediante un sistema de goteo acoplado a un programador automático. Las macetas permanecieron en el invernadero del Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas (CIBAC), de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco (UAM-X), a una temperatura de 25 a 30 °C y de 70% HR (Rodríguez Bhardwaj *et al.*, 2008).

Extractos Acuosos

Se prepararon a partir de raíz, follaje y flor de *C. arvensis*, cada uno de lixiviados acuosos (10 ml), obtenido de material fresco y vegetal seco (15% y 1%, respectivamente), se mezcló por separado con el 1.5% de agar (10 ml). El agua destilada, mezclada con agar, se utilizó como control. La presión osmótica de todos los lixiviados se midió en una congelación de osmómetro punto (Duke, 2015). En cada caso se utilizaron 60 semillas. En el caso del extracto de flor, sólo se aplicó a las semillas de alfalfa.

BIOENSAYOS

Semillas

De las especies vegetales probadas (*M. sativa*, *T. aestivum* y *C. arietinum*), fueron desinfectadas utilizando hipoclorito al 5% durante 15 min., pos-

teriormente se lavaron con agua destilada estéril dos veces (Aliko *et al.*, 2014). Se colocaron 10 semillas de cada especie vegetal evaluada sobre papel filtro (Whatman No. 1) en placas de Petri de diez mm esterilizadas. Las placas de Petri se incubaron a 28 °C en oscuridad. El porcentaje de germinación y el crecimiento de la radícula se determinaron después de 24 y 48 hrs. (Aliko *et al.*, 2014; Sunayana *et al.*, 2014).

Diseño Experimental

Completamente al azar. Los tratamientos evaluados fueron la raíz, el follaje y la flor de *C. arvensis*; cada uno con diez repeticiones.

Análisis Estadístico

Los resultados fueron procesados por ANOVA de una vía, y la comparación de medias por una prueba de Tukey.

RESULTADOS

Los resultados con la aplicación de los extractos acuosos de *C. arvensis* a las 24 hr fueron los siguientes:

Alfalfa (*M. sativa*): no se encontró un efecto significativo ($P \leq 0.01$) sobre la variable de semillas germinadas con los extractos de raíz (68.33 ± 38.68 %) y follaje (73 ± 18.61 %), respecto al control (Tabla 1), sin embargo, para la variable longitud de raíz fue afectada por los extractos de *C. arvensis*: para raíz 0.7 cm y para follaje 0.8 cm (Tabla 2).

Trigo (*T. aestivum*): existen diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en la germinación, con raíz: 40 ± 10.95 % y con follaje 56 ± 18.97 % (Tabla 1). En la longitud de la raíz es donde se observó el efecto más elevado: 0.13 cm para raíz y para follaje 0.5 cm (Tabla 2).

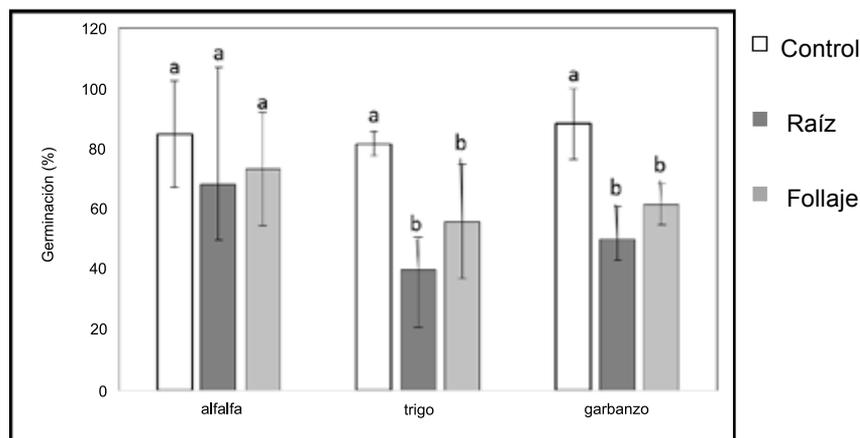
Garbanzo (*C. arientinum*): también con diferencias significativas ($P \leq 0.01$); la germinación con 50% para la raíz y 61% para follaje (Tabla 1). La inhibición del desarrollo de la radícula fue de 0.5 para raíz y 0.52 para follaje (Figuras 1 y 2; Tabla 2).

Tabla 1. Porcentaje de germinación a las 24 y 48 horas

	Alfalfa	Trigo	Garbanzo	Alfalfa	Trigo	Garbanzo
	24 horas			48 horas		
Control	85 ±17.6 ^a	81.6 ±4.0 ^a	88.3 ±11.6 ^a	86.6 ±18.6 ^a	75 ±16.4 ^a	88.3 ±11.6 ^a
Raíz	68.3 ±38.6 ^a	40 ±10.9 ^b	50 ±10.95 ^b	70 ±30.3 ^a	53.3 ±25.0 ^a	56.6 ±6.3 ^b
Follaje	73.3 ±18.6 ^a	56 ±18.9 ^b	61.67 ±6.8 ^b	73.3 ±18.6 ^a	63.3 ±18.6 ^a	66.6 ±8.16 ^b

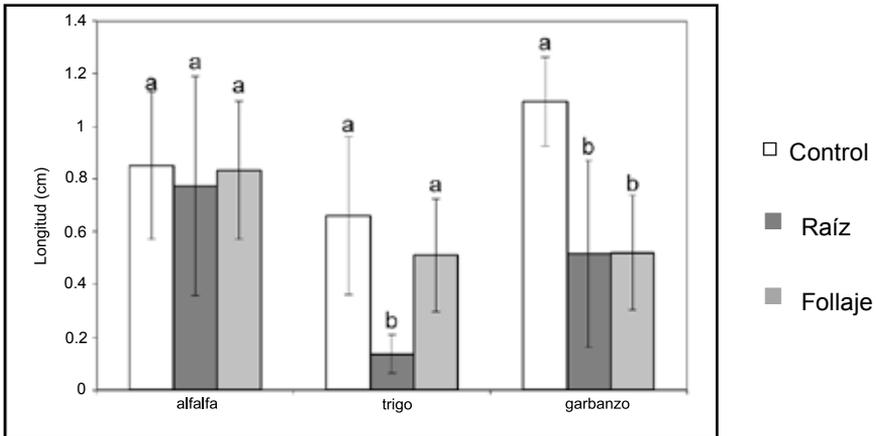
Misma letra indica que no existe diferencia estadística entre tratamientos ($P \leq 0.01$).

Figura 1. Valores porcentuales del efecto de los extractos de raíz y follaje de *C. arvensis* a las 24 horas, sobre la germinación de alfalfa, trigo y garbanzo.



Barras con la misma letra indican que no existe diferencia estadística entre tratamientos ($P \leq 0.01$).

Figura 2. Valores promedio en el muestreo de longitud de la radícula, tratados con extractos de raíz y follaje de *C. arvensis*, a las 24 horas.



Barras con la misma letra indican que no existe diferencia estadística entre tratamientos ($P \leq 0.01$).

Tabla 2. Longitud de la raíz a las 24 y 48 horas

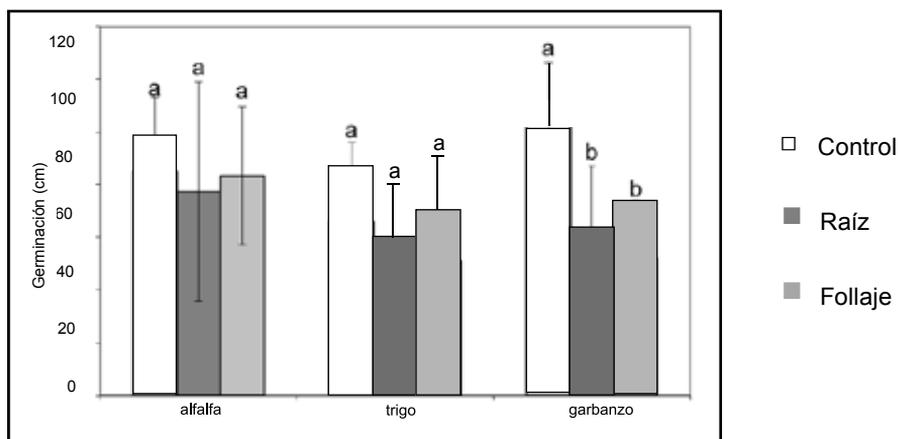
	Alfalfa	Trigo	Garbanzo	Alfalfa	Trigo	Garbanzo
	24 horas			48 horas		
Control	0.85 ± 0.27 ^a	0.66 ± 0.29 ^a	1.09 ± 0.16 ^a	2.25 ± 1.30 ^a	2.1 ± 0.74 ^a	1.68 ± 0.25 ^a
Raíz	0.77 ± 0.41 ^a	0.13 ± 0.07 ^b	0.51 ± 0.35 ^b	1.72 ± 0.44 ^a	0.47 ± 0.23 ^b	0.89 ± 0.51 ^b
Follaje	0.83 ± 0.26 ^a	0.51 ± 0.21 ^a	0.52 ± 0.21 ^b	1.30 ± 0.30 ^a	1.41 ± 0.36 ^a	1.12 ± 0.35 ^b

Misma letra indica que no existe diferencia estadística entre tratamientos ($P \leq 0.01$).

En el muestreo de las 48 hr, posteriores a la aplicación de *C. arvensis*, para la variable germinación, en ninguno de los tratamientos (raíz y follaje) hubo diferencias significativas ($P \leq 0.01$) (Tabla 1, Figura 3). Para la variable longitud de la raíz: en alfalfa no hubo diferencias significativas

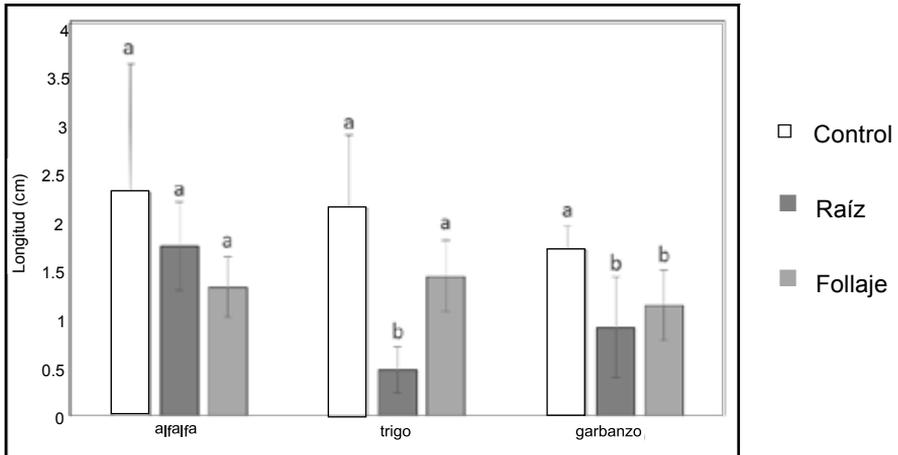
($P \leq 0.01$); en trigo, la aplicación del extracto de raíz, sí existieron diferencias significativas ($P \leq 0.01$), con 0.47 cm, respecto a los demás tratamientos; para el follaje los resultados fueron de 1.41 cm. Para el garbanzo, con el extracto de raíz se logró inhibir en forma significativamente superior su crecimiento (0.8 cm) (Tabla 2) con respecto a los demás tratamientos. En el extracto de follaje no se encontró ninguna diferencia entre el efecto inhibitorio de los tratamientos (Figura 4).

Figura 3. Valores porcentuales a las 48 horas de las semillas germinadas tratadas con extractos de raíz y follaje de *C. arvensis*.



Barras con la misma letra indican que no existe diferencia estadística entre tratamientos ($P \leq 0.01$).

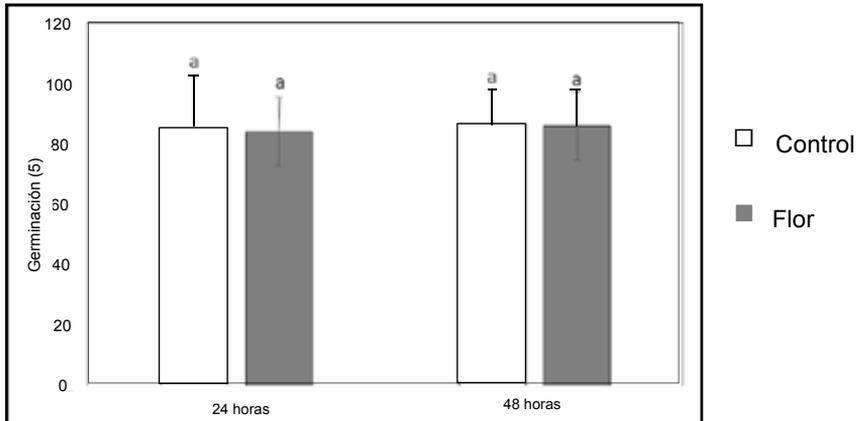
Figura 4. Valores promedio de la longitud de la radícula, tratados con extractos de raíz y follaje de *C. arvensis*, a las 48 horas.



Barras con la misma letra indican que no existe diferencia estadística entre tratamientos ($P \leq 0.01$).

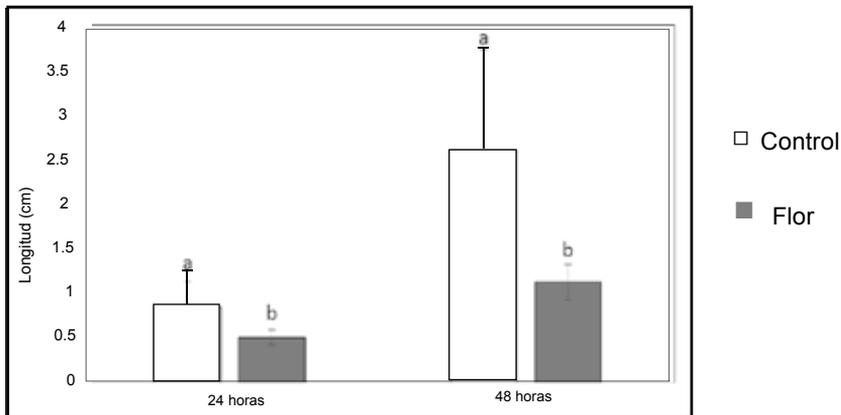
Extracto de flor de *C. arvensis*: en semillas de alfalfa, respecto a la germinación, no se encontraron diferencia significas ($P \leq 0.01$) a las 24 y 48 hr con respecto al control (Figura 5). En el caso del efecto inhibitorio del crecimiento de la radícula, hubo diferencia significativa ($P \leq 0.01$) a las 24 hrs., con una longitud de 0.24 cm; a las 48 hr se observó una diferencia menor de 1.12 cm, y también existió una diferencia significativa ($P \leq 0.01$) (Figura 6).

Figura 5. Valores porcentuales de las semillas germinadas tratadas con extractos de flor de *C. arvensis*.



Barras con la misma letra indican que no existe diferencia estadística entre tratamientos ($P \leq 0.01$).

Figura 6. Valores promedio de longitud de la radícula de alfalfa tratados con extractos de flor de *C. arvensis*.



Barras con la misma letra indican que no existe diferencia estadística entre tratamientos ($P \leq 0.01$).

DISCUSIÓN

La aplicación de los extractos acuosos de *C. arvensis* tienen un efecto inhibitorio sobre la germinación de semillas y la longitud de la raíz de *M. sativa*, *T. aestivum* y *C. arientinum* (Tabla 1 y 2). Anaya *et al.* (1990) obtuvieron resultados semejantes con el extracto acuoso de *Ipomea tricolor* sobre la germinación de *Amaranthus* (66.19%), datos similares se obtuvieron con el extracto de raíz y follaje de *C. arvensis* sobre alfalfa (68.33% y 73%, respectivamente) (Tabla 1), pero difieren en la longitud de la raíz; en el caso de *I. tricolor*, para *Amaranthus* fue 10.58 cm y en alfalfa de 0.7 cm para raíz y 0.8 para follaje (Tabla 2). Al comparar los resultados de *I. tricolor* sobre *Amaranthus* con los que presentó *C. arvensis*, tanto la raíz como el follaje, en el caso de trigo, reducen el porcentaje de germinación hasta 40%; un dato más significativo está relacionado con la longitud de la radícula con 0.7 y 0.8 cm que reflejan el efecto nocivo de *C. arvensis* (Tabla 2), el cual fue señalado por Bhadoria (2011), quien menciona 100% en la inhibición de la germinación y una longitud de 2.7 para *Phalaris minor*.

Este mismo autor describe el efecto alelopático del trigo sobre diferentes malezas como *Ipomea hederacea* y *Echinochloa crusgalli*, pero es evidente que *C. arvensis* es predominante.

Zhang *et al.* (2015) evaluaron el efecto alelopático de las hojas de *Potentilla acaulis* (Rosaceae) sobre *Artemisia frígida*, *Stipa krylovii* y *Leymus chinensis*, en donde los mejores resultados se observaron en *S. krylovii*, con la concentración más baja (2 mg ml⁻²), la longitud de la raíz fue de 2.56 cm; la diferencia con los datos de raíz y follaje de *C. arvensis* son: para trigo, a las 24 hr fue 0.13 cm para raíz y para follaje de 0.5 cm; en garbanzo fue de 0.5 cm, tanto para raíz como para follaje (Tabla 1). El efecto de *C. arvensis* a las 48 hr es todavía mayor en longitud de la raíz: para trigo, de 0.47 cm y 1.41 cm (raíz y follaje); garbanzo 0.8 y 1.12 cm (Tabla 2).

Además, la información sobre el extracto de la flor de *C. arvensis* sobre la inhibición de la raíz de alfalfa fue 0.5 cm. Los mismos autores señalan que raíz, tallo, follaje y flor de la correhuela (*C. arvensis*) tienen un efecto alelopático; otras malezas con efectos similares son *Cyperus rotundus* y *Sorghum halepense*. Khan *et al.* (2014) observaron el efecto alelopático de estas malezas reportadas en el cultivo de *Cicer arietinum* L., donde *C. rotundus* inhibió 100% de la germinación y 96.6% para *S. halepense*, estos resultados corroboran el efecto negativo de las malezas sobre los cultivos.

Es necesario señalar que existe información sobre el efecto alelopático de especies de importancia agrícola sobre algunas malezas. Alike *et al.* (2014) evaluaron el efecto de los extractos acuosos de *Brassica napus* (L.) (raíz, tallo, hojas y flores) sobre semillas de *Phalaris minor* (Retz.), *Convolvulus arvensis* (L.) y *Sorghum halepense* (L.); en todos los casos *B. napus* (raíz, tallo, hojas y flores) inhibió de forma significativa la germinación y la longitud de las raíces de las tres especies de malezas. También las plantas consideradas como aromáticas y medicinales tienen efecto alelopático sobre las malezas. Benh *et al.* (2014) aplicaron aceites esenciales de *Lavandula officinalis*, *Salvia officinalis* y *Artemisia herba-alba* para evaluar la germinación de semillas de *Sinapis arvensis*, *Rumex crispus* y *Phalaris minor* y, en algunos casos, obtuvieron 100% de inhibición de la germinación.

CONCLUSIÓN

Finalmente los datos obtenidos en este trabajo demuestran que *C. arvensis* es una maleza altamente nociva para los cultivos; su potencial alelopático afecta de manera directa el porcentaje de germinación de las semillas y el crecimiento radicular de las especies de trigo, garbanzo y alfalfa a nivel de laboratorio, por tanto, es recomendable la evaluación a nivel del campo para que de esta forma se puedan reducir los costos de producción.

AGRADECIMIENTOS

Al M. en C. José Gustavo Torres Martínez, Jefe del Dpto. de Aves, Roedores y Malezas, del Centro Nacional de Diagnóstico Fitosanitario, Dir. Gral. de Sanidad Vegetal, SENASICA, por la revisión y comentarios realizados al manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- Aliki, M. *et al.*, 2014, "Effects of concentrations of Brassica napus (L.) water extracts on the germination and growth of weed species", en *Allelopathy Journal*, 34 (2): 287-298.
- Anaya, A. *et al.*, 1990, "Allelopathic potential of compounds isolated from Ipomea tricolor CAV. (Convolvulaceae)", en *J. of Chem. Ecol.*, 7: 2145-2152.
- Bhadoria, B., 2011, "Allelopathy: A Natural Way towards", en *Weed Management American Journal of Experimental Agriculture*, 1(1): 7-20
- Duke, S., 2015, "Proving Allelopathy in Crop-Weed Interactions", en *Weed Science*, Special Issue: 121-132.
- Jacobs, J., 2007, *Ecology and management of field bindweed (Convolvulus arvensis L.) invasive species*, Technical Note No. MT-9, Natural Resources Conservation Service, USDA.
- Kaur, R. y M. Callaway, 2014, "Soils and the conditional allelopathic effects of a tropical invader", en *Soil Biology & Biochemistry*, 78: 316-325.
- Khan, I. *et al.*, 2014, "Allelopathic Effects of some Weeds on Chickpea Crop (Cicer arietinum L.)", en *Pak. J. Weed Sci. Res.*, 20(2): 207-211.
- Kostadinova, P. *et al.*, 2002, "A study on the allelopathic potential of Convolvulus arvensis leaves and roots", en *Journal Environmental Protection and Ecology*, 3(3): 668-672.
- Nitesh, J. *et al.*, 2015, "Seed germination studies on allelopathic effects of weeds on Vigna radiata L. Int", en *Jorunal Bioassays*, 4 (2): 3664-3666.

- Rodríguez, S. *et al.*, 2008, "Evaluation of Infesting Field Bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) with *Aceria malherbae* Nuzzaci (Acari: Eriophyidae) under glasshouse conditions", en *Internat. J. Acarol*, 34(2): 151-154.
- Sunayana, B. *et al.*, 2014, "Studies on Allelopathic Effects of *Ageratina adenophora* Sprengel (King and Robinson) on Some Weed Plants Growing in Forest", en *Ecosystem International Journal of Theoretical & Applied Sciences*, 6(2): 1-6.
- Swanton, C. *et al.*, 2015, "Experimental methods for crop–weed competition studies", en *Weed Science*, 63: 2-11.
- Tamayo, L. *et al.*, 2007, Avances en la generación de Tecnología para el Manejo Integrado de Correhuela perenne en garbanzo para el Noroeste de México, en XIX Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de la Ciencia de la Maleza (ASOMECIMA), Mazatlán, Sinaloa, México.
- Zhang, Y. *et al.*, 2015, "The allelopathic effect of *Potentilla acaulis* on the changes of plant community in grassland, Northern China", en *Ecol Res.*, 30: 41-47.