

Impacto bioactivo de residuos vegetales y extractos etanólicos de *Chenopodium murale* L. sobre la germinación y desarrollo inicial de *Allium fistulosum* L.

Bioactive impact of plant waste and ethanolic extracts of *Chenopodium murale* L. on the germination and initial development of *Allium fistulosum* L.

Andrés González Ruiz¹, Carlos Enrique Ail Catzim^{1*}, Onécimo Grimaldo Juárez¹, Henry López López¹, Arturo Coronado Leza², Yolanda Rodríguez Pagaza², Yisa María Ochoa Fuentes²

¹ Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas. Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California. CP. 21705.

Tel. (686) 523-00-79, 88. carlos.ail@uabc.edu.mx

² Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.

*Autor de correspondencia

Resumen

Palabras clave:

Aleloquímicos;
control de maleza;
germinación; manejo
agroecológico.

Se evaluó el efecto alelopático de residuos vegetales y extractos etanólicos de *Chenopodium murale* L. sobre cebollín. Las semillas de cebollín se trataron con raíz, tallo, hoja, flor y planta completa de *C. murale*. Además, se usaron extractos etanólicos de raíz, tallo, hoja y flor en concentraciones de 18 mg ml⁻¹ y 9 mg ml⁻¹. Se midió la germinación, la materia seca, la longitud de la raíz y tallo. Se utilizó un diseño al azar, y las medias se compararon mediante Tukey ($p \leq 0.05$). Todos los residuos vegetales redujeron significativamente la germinación, longitud de raíz, tallo y materia seca del cebollín. Los extractos etanólicos de raíz y flor disminuyeron la germinación y materia seca, mientras que todos los extractos evaluados afectaron negativamente la longitud de raíz y tallo. Los resultados confirman el potencial alelopático de *C. murale* e indican su posible aplicación como alternativa en estrategias de manejo integrado de malezas.

Abstract

Keywords:

Allelochemicals;
weed control;
germination;
agroecological
management.

Allelopathic effects of plant residues and ethanolic extracts of *Chenopodium murale* L. on chives were evaluated. Chive seeds were treated with root, stem, leaf, flower, and whole-plant tissues of *C. murale*. Moreover, ethanolic extracts from root, stem, leaf, and flower were applied at concentrations of 18 mg ml⁻¹ and 9 mg ml⁻¹. Germination, dry matter, and root and shoot length were measured, using a randomized design and Tukey's test ($p \leq 0.05$) for mean comparisons. All plant residues significantly reduced germination, root and shoot length, and dry matter of chives. Root and flower extracts reduced germination and dry matter, and all extracts tested suppressed root and shoot length. Findings demonstrate the allelopathic potential of *C. murale* and suggest its possible use as an alternative tool in integrated weed management strategies.

Recibido: 21 de noviembre de 2025

Aceptado: 19 de mayo de 2026

Publicado: 23 de septiembre de 2026

Cómo citar: González, A.; Ail, C. E.; Grimaldo, O.; López, H.; Coronado, A.; Rodríguez, Y.; & Ochoa, Y. M. (2026). Impacto bioactivo de residuos vegetales y extractos etanólicos de *Chenopodium murale* L. sobre la germinación y desarrollo inicial de *Allium fistulosum* L. *Acta Universitaria*, 36(NE-1), e4964. doi: <http://doi.org/10.15174/au.2026.4964>

Introducción

La presencia de maleza en el cultivo de cebollín (*Allium fistulosum* L.) influye en la calidad del producto y su rendimiento final. La planta de este cultivo tiene una zona radicular superficial, lo que la pone en desventaja al competir por nutrientes contra las malezas, por lo que estas deben ser controladas de alguna forma (Chirilli *et al.*, 2025; Qasem, 2005), y así incrementar los costos de producción.

Muchas especies de plantas, incluidas las malezas, secretan sustancias alelopáticas; por tanto, la coexistencia de las plantas cultivadas con ellas puede afectar el potencial de germinación de la semilla y posterior desarrollo del cultivo (Cipollini & Greenawalt, 2016; Khalil *et al.*, 2020; Madany & Khalil, 2017; Torres *et al.*, 2003). Tal es el caso de *Chenopodium murale* L., una especie de maleza anual de invierno de la familia Amaranthaceae, que habitualmente está presente en la producción de cebollín del valle de Mexicali y otras hortalizas (González *et al.*, 2020). Esta maleza compite por agua y nutrientes con la planta de cebollín e, indirectamente, a través de la liberación de sustancias tóxicas alelopáticas (Batish *et al.*, 2006). Así mismo, Dmitrović *et al.* (2015) señalan que esta maleza emite dichas sustancias mediante la exudación de los pelos radiculares. Estos exudados alteran el ciclo celular y generan daño oxidativo en plantas de *Triticum aestivum* y plantas de *Arabidopsis thaliana*.

Los hallazgos obtenidos por Khan *et al.* (2024) a partir de extractos acuosos de la hoja de *C. murale* indican que pueden alterar las funciones celulares esenciales para el crecimiento y desarrollo y, en ciertos casos, estos podrían provocar la muerte celular en plantas. Esto se complementa con la investigación realizada por Blair & Madrigal (2005), quienes mencionan la existencia de efectos inhibidores o estimulantes en *C. ambrosioides*, el cual tiene diversos metabolitos secundarios en su composición química. Entre estos se encuentran saponinas, geraniol, alcanfor, cimeno, limoneno, terpineno, mirceno, ácido butírico, spinasterol, metil salicilato, sulfatos, fosfatos de magnesio, sapogenina de quenopodio, ureasa y ascaridol, los cuales afectan nematodos, hongos y plantas.

En el valle de Mexicali, Baja California, la información de los efectos alelopáticos de las especies de maleza en el cultivo de cebollín es limitada y, como se ha visto en otros cultivos, también puede estar causando daños de importancia económica en dicho cultivo. Por tal motivo, el objetivo principal de la presente investigación fue evaluar el impacto alelopático de los residuos vegetales y extractos etanólicos de *Chenopodium murale* L. en el desarrollo y crecimiento inicial en el cultivo de cebollín bajo condiciones de laboratorio.

Materiales y métodos

Los experimentos se realizaron en el Laboratorio de Entomología del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicado en el ejido Nuevo León, Mexicali, B. C., México. Se llevaron a cabo experimentos con residuos y extractos etanólicos de *C. murale* L. durante el periodo marzo-julio de 2017. Para la realización de los ensayos, se llevó a cabo la recolección de la planta completa (raíz, tallo, hoja y flor) en el Ejido Pescadores (32° 26' 42,669" LN y 114° 56' 37,6578" LO), en suelo franco limoso (arena 20%, limo 54% y arcilla 26%), conductividad eléctrica de 5.76 dS m⁻¹ y un pH de 7.99. El clima es del tipo BW(h')(hs)x', de acuerdo con la clasificación de García (2004), lo que indica un clima árido seco con amplia variación térmica mensual y lluvias en invierno. Las plantas se depositaron en bolsas de plástico y se transportaron al laboratorio de entomología.

Evaluación *in vitro* del efecto alelopático de residuos incorporados de *C. murale*

Las muestras de *C. murale* se lavaron con abundante agua para eliminar los residuos del suelo y se dividieron en raíz, tallo, hojas, flor y planta entera. Cada una de estas partes representó un tratamiento, y se incluyó un testigo con agua destilada sin residuos de maleza. Para cada tratamiento se establecieron cinco repeticiones.

Las partes vegetativas y la planta completa se cortaron en fragmentos de 1 cm inmediatamente después de la recolección, cuando las plantas aún estaban verdes. En cajas Petri estériles de 16 cm de diámetro, se colocaron 12 g de cada tratamiento. Sobre los residuos de *C. murale* se colocó papel secante Interstate 02350, previamente humedecido para asegurar su adherencia. Posteriormente, se colocaron 20 semillas de cebollín (Variedad Natsuyo), previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio al 1% durante 15 min y enjuagadas con agua destilada. Las cajas se sellaron para evitar contaminación externa y pérdida de humedad. Cada tratamiento se humedeció cada tercer día con 8 ml a 16 ml de agua destilada.

Las evaluaciones se llevaron a cabo 12 días después de la aplicación (DDA), cuando el testigo superó el 80% de germinación. Se registró el porcentaje de germinación, la longitud de la raíz, el tallo y el peso seco de la plántula completa. Las longitudes de la raíz y del tallo se midieron con un calibrador Vernier graduado en centímetros. Para determinar el peso seco, se colocaron las plántulas en una incubadora (Fisher Scientific) a 50 °C durante tres días, hasta alcanzar peso seco constante. El experimento se realizó a 25 °C $\pm$ 2 °C, con luz constante y humedad relativa de 50% $\pm$ 10%.

Los datos de los tratamientos se ajustaron a una distribución normal. El ajuste se comprobó con la prueba Shapiro-Wilk y la homogeneidad de la varianza mediante la prueba de Bartlett. Los datos se evaluaron mediante un análisis de varianza con un diseño aleatorizado. Cuando se identificaron diferencias significativas, las medias se compararon con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) utilizando el programa estadístico Statistix versión 8.0 (2004).

Evaluación *in vitro* de extractos etanólicos de *C. murale*

Las partes vegetativas de la *C. murale* (raíz, tallo, hoja y flor) se separaron y se dejaron secar a temperatura de laboratorio (24 °C), durante una semana. Posteriormente, se trituraron en un molino hasta obtener partículas de 1 mm de diámetro. Se depositaron 100 g de cada fracción vegetal en un recipiente de plástico y se adicionó 1 L de etanol al 99%. Las mezclas se mantuvieron en agitación durante 24 h y luego se filtraron con un filtro Whatman n° 2. Los extractos se concentraron en un rotaevaporador a 40 °C hasta reducir al mínimo el volumen de solvente. En seguida, se adicionaron 100 ml de agua destilada a cada muestra para su liofilización en el equipo Labconco.

Las semillas de cebollín se trataron con 10 ml de cada extracto y, posteriormente, las cajas Petri se sellaron para evitar pérdida de humedad y contaminación. Se evaluaron nueve tratamientos: el extracto de flor (9 mg ml⁻¹ y 18 mg ml⁻¹), la hoja (9 mg ml⁻¹ y 18 mg ml⁻¹), el tallo (9 mg ml⁻¹ y 18 mg ml⁻¹), la raíz (9 mg ml⁻¹ y 18 mg ml⁻¹) y un testigo con agua destilada. El experimento se estableció en un diseño completamente al azar con nueve tratamientos y cinco repeticiones; cada repetición consistió en una caja Petri con 20 semillas.

Para la evaluación del efecto de los extractos, se realizaron cinco mediciones, una cada 48 horas después de la aplicación (HDA) de las siguientes variables: el porcentaje de germinación, la longitud de la raíz, la longitud del tallo y el peso seco de la plántula completa. La longitud de raíz y tallo se midió con un calibrador Vernier graduado en centímetros. Para obtener el peso seco, las plántulas se colocaron en una incubadora (Fisher Scientific) a 50 °C por tres días hasta alcanzar peso seco constante.

Los resultados de este experimento se sometieron a un análisis de varianza con un diseño completamente al azar y se aplicó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) utilizando el programa estadístico Statistix versión 8.0 (2004).

Resultados

Evaluación *in vitro* del efecto de residuos incorporados de *C. murale*

A los 12 DDA se observó que todas las partes vegetativas de la maleza causaron reducción en el porcentaje de germinación de semillas de cebollín, en comparación con el testigo, que tuvo un 95% (Tabla 1). Los tratamientos con mayor reducción fueron los residuos de hoja y planta completa, con un porcentaje de germinación de 13% y 24%, respectivamente.

Tabla 1. Efecto de residuo vegetal de *C. murale* sobre germinación, longitud de raíz, longitud de tallo y peso seco de cebollín.

Tratamiento	Germinación (%)	Longitud de raíz (cm)	Longitud de tallo (cm)	Peso seco (g)
Planta completa	24 ± 3.67cd	0.15 ± 0.03b	0.03 ± 0.03b	0.00 ± 0.00b
Flor	31 ± 4.85c	0.19 ± 0.00b	0.00 ± 0.00b	0.00 ± 0.00b
Hoja	13 ± 2.00d	0.27 ± 0.00b	0.00 ± 0.00b	0.00 ± 0.00b
Tallo	33 ± 4.06c	0.16 ± 0.00b	0.00 ± 0.00b	0.00 ± 0.00b
Raíz	53 ± 5.15b	0.23 ± 0.02b	0.09 ± 0.02b	0.00 ± 0.00b
Testigo	95 ± 1.58a	1.94 ± 0.13a	3.72 ± 0.14a	0.0276 ± 0.01a

Nota. Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $p < 0.05$).

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la longitud de raíz, los tratamientos a base de residuos de planta completa (0.15 cm), tallo (0.16 cm) y flor (0.19 cm) afectaron el crecimiento de raíz de cebollín en comparación con el resto de los tratamientos, mientras que para la longitud de tallo y peso seco todas las partes vegetativas de *C. murale* limitaron el crecimiento de tallo, por lo que se obtuvo menos biomasa seca que la producida por el testigo (Tabla 1).

Estos resultados confirman el efecto alelopático de *C. murale* en cebollín, sobre todo los residuos de hoja que presentó valores de 13%, 0.27 cm, 0.00 cm y 0.00 g para porcentaje de germinación, longitud de raíz, longitud de tallo y peso seco, respectivamente (Tabla 1).

Evaluación *in vitro* de extractos etanólicos de *C. murale*

En la primera evaluación a las 48 HDA no se observaron diferencias significativas entre todos los tratamientos para el porcentaje de germinación, longitud de raíz y longitud de tallo (Tabla 2, 3 y 4).

Tabla 2. Evolución del efecto de los extractos de *C. murale* sobre la germinación (%) de cebollín durante el periodo evaluado.

Tratamiento	HDA				
	48	96	144	192	240
F1 (18)	0 ± 0.00a	2 ± 1.22c	7 ± 3.39cde	7 ± 3.39d	7 ± 3.39c
F2 (9)	0 ± 0.00a	7 ± 2.55c	13 ± 4.36cd	20 ± 5bc	37 ± 5.61b
H1 (18)	1 ± 1.00a	5 ± 2.74c	19 ± 3.32c	23 ± 2.00b	29 ± 2.45b
H2 (9)	20 ± 3.54a	33 ± 7.52b	46 ± 5.57b	67 ± 5.15a	72 ± 5.15a
T1 (18)	2 ± 1.22a	26 ± 1.87b	54 ± 3.67ab	67 ± 3.39a	77 ± 6.04a
T2 (9)	13 ± 3a	31 ± 5.34b	57 ± 4.64ab	76 ± 4.30a	83 ± 4.64a
R1 (18)	0 ± 0.00a	0 ± 0.00c	0 ± 0.00e	2 ± 1.22d	3 ± 2.00c
R2 (9)	0 ± 0.00a	3 ± 1.22c	4 ± 1.87de	8 ± 1.22cd	8 ± 1.22c
Testigo	29 ± 5.10a	56 ± 5.79a	76 ± 3.32a	85 ± 3.54a	91 ± 2.92a

Nota. Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $p < 0.05$). F1 (18) = Flor 18 mg ml⁻¹, F2 (9) = Flor 9 mg ml⁻¹, H1 (18) = Hoja 18 mg ml⁻¹, H2 (9) = Hoja 9 mg ml⁻¹, T1 (18) = Tallo 18 mg ml⁻¹, T2 (9) = Tallo 9 mg ml⁻¹, R1 (18) = Raíz 18 mg ml⁻¹, R2 (9) = Raíz 9 mg ml⁻¹, Testigo = Agua destilada.

Fuente: Elaboración propia.

Los extractos de raíz (R1 y R2), flor (F1 y F2) y hoja (H1) presentaron menor germinación (Tabla 2), longitud de raíz y tallo de plántula en comparación con hoja (H2), tallo (T1 y T2) y el testigo a las 96 HDA y 144 HDA (Tabla 3 y 4).

Tabla 3. Evolución del efecto de los extractos de *C. murale* sobre la longitud de raíz (cm) de cebollín durante el periodo evaluado.

Tratamiento	HDA				
	48	96	144	192	240
F1 (18)	0 ± 0.00a	0.06 ± 0.04cd	0.25 ± 0.07b	0.29 ± 0.08b	0.26 ± 0.07bc
F2 (9)	0 ± 0.00a	0.23 ± 0.06b	0.14 ± 0.04bc	0.20 ± 0.01bc	0.21 ± 0.01bc
H1 (18)	0.02 ± 0.02a	0.11 ± 0.06bcd	0.20 ± 0.01bc	0.19 ± 0.01bc	0.16 ± 0.02bc
H2 (9)	0.21 ± 0.01a	0.17 ± 0.01bc	0.21 ± 0.01bc	0.21 ± 0.01bc	0.23 ± 0.02bc
T1 (18)	0.04 ± 0.02a	0.18 ± 0.02bc	0.20 ± 0.01bc	0.26 ± 0.01bc	0.22 ± 0.01bc
T2 (9)	0.21 ± 0.03a	0.20 ± 0.01bc	0.22 ± 0.01b	0.23 ± 0.01bc	0.20 ± 0.02bc
R1 (18)	0 ± 0.00a	0 ± 0.00d	0 ± 0.00c	0.08 ± 0.05c	0.09 ± 0.06c
R2 (9)	0 ± 0.00a	0.10 ± 0.04bcd	0.25 ± 0.10b	0.23 ± 0.03bc	0.27 ± 0.04b
Testigo	0.33 ± 0.04a	0.52 ± 0.02a	0.76 ± 0.08a	1.10 ± 0.10a	1.19 ± 0.03a

Nota. Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $p < 0.05$).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Evolución del efecto de los extractos de *C. murale* sobre la longitud de tallo (cm) de cebollín durante el periodo evaluado.

Tratamiento	HDA				
	48	96	144	192	240
F1 (18)	0 ± 0.00a	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00d	0.06 ± 0.06e	0.12 ± 0.08ef
F2 (9)	0 ± 0.00a	0.00 ± 0.00d	0.26 ± 0.10bcd	0.52 ± 0.22bcd	0.44 ± 0.09cde
H1 (18)	0 ± 0.00a	0.067 ± 0.04cd	0.10 ± 0.04cd	0.21 ± 0.04cde	0.30 ± 0.06def
H2 (9)	0 ± 0.00a	0.24 ± 0.03ab	0.39 ± 0.060b	0.68 ± 0.07b	0.93 ± 0.11b
T1 (18)	0 ± 0.00a	0.03 ± 0.02cd	0.17 ± 0.02bcd	0.48 ± 0.05bcd	0.48 ± 0.05bcd
T2 (9)	0 ± 0.00a	0.14 ± 0.02bc	0.32 ± 0.07bc	0.62 ± 0.06bc	0.90 ± 0.07bcd
R1 (18)	0 ± 0.00a	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00e	0.00 ± 0.00f
R2 (9)	0 ± 0.00a	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00d	0.14 ± 0.06de	0.58 ± 0.20bcd
Testigo	0 ± 0.00a	0.34 ± 0.05a	1.05 ± 0.12a	1.97 ± 0.18a	2.70 ± 0.13a

Nota. Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $p < 0.05$).

Fuente: Elaboración propia.

A las 192 HDA y 240 HDA los extractos de raíz (R1 y R2) y flor (F1) provocaron mayor disminución de la germinación (Tabla 2), mientras que el extracto de raíz (R1) provocó mayor efecto negativo sobre el desarrollo de la raíz y tallo de planta de cebollín en comparación con los demás tratamientos (Tabla 3 y 4).

La biomasa seca fue significativamente menor en H2 y T1 que en H1 y el testigo, mientras que los demás tratamientos presentaron valores intermedios sin diferencias significativas (Tabla 5).

Tabla 5. Efecto de los extractos de *C. murale* sobre la producción de biomasa seca del cebollín.

Tratamiento	Peso seco (g)
F1(18)	0.0054 ± 0.001ab
F2 (9)	0.0254 ± 0.01ab
H1(18)	0.0350 ± 0.02a
H2 (9)	0.000 ± 0.00b
T1 (18)	0.000 ± 0.00b
T2 (9)	0.0184 ± 0.001ab
R1(18)	0.0054 ± 0.001ab
R2 (9)	0.0254 ± 0.01ab
Testigo	0.0350 ± 0.020a

Nota. Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $p < 0.05$).

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

Evaluación *in vitro* del efecto de residuos incorporados de *C. murale*

Los hallazgos en cuanto a la germinación y la longitud de la raíz y el tallo en esta investigación coinciden con los reportados por Anjali *et al.* (2024), quienes indican que una concentración superior a 3 g por kg de suelo de residuos de *Chenopodium murale* L. afecta significativamente la germinación, el número de hojas, vainas, semillas y la longitud del tallo de *Vigna unguiculata*.

Todas las partes de *C. murale* evaluadas en esta investigación influyeron negativamente en la producción de materia seca de cebollín. Las propiedades alelopáticas encontradas en esta especie también se encuentran en otras especies del mismo género, ya que Reinhardt *et al.* (1994) encontraron que la incorporación de *Chenopodium album* en el suelo al 1% en macetas donde se tenía sembrado zanahoria, cebolla, rábano, pepino, girasol y tomate afectó la producción de materia seca entre el 68% y el 85% de los brotes de pepino y cebolla, además de que provocó la mortalidad de plantas para la zanahoria, cebolla, tomate y pepino. Por otra parte, la incorporación de *C. album* y *Chenopodium polyspermum* al 1% redujo la emergencia de plantas del cultivo de tomate entre 42% y el 27%, así como en la producción de biomasa seca en girasol y tomate (Reinhardt *et al.*, 1997). Mitić *et al.* (2018) encontraron que los exudados de raíz de *C. murale* disminuyeron la producción de biomasa seca de las raíces de las plántulas de trigo en un 50%.

Evaluación *in vitro* de extractos etanólicos de *C. murale*

El extracto de raíz en concentraciones de 18 mg ml⁻¹ y 9 mg ml⁻¹ provocó una disminución en la germinación, la longitud de la raíz y la longitud del tallo de las plántulas de cebollín en todos los periodos de evaluación, en comparación con el testigo. Estos resultados reflejan el efecto alelopático de *C. murale* sobre *A. fistulosum*, lo cual coincide con Reinhardt *et al.* (1994), quienes observaron una alelopatía (inhibición de germinación) de los extractos metanólicos de tallos de *Chenopodium album* sobre *Allium cepa*. De manera similar, Qasem (1995) descubrió que los extractos acuosos de *C. murale* inhibieron la germinación de las semillas de *B. oleracea* L. var. capitata, *D. carota* L., *S. melongena* L. y *C. annuum* L., y redujeron la longitud del tallo de *D. carota* L., *Beta oleraceae* L. var. *Botrytis* y *C. pepo* L.

En la presente investigación, los extractos de raíz tuvieron mayor efecto alelopático que el resto de los tejidos vegetales evaluados (tallo, flor y hojas). Existen estudios en los que también se indica que los extractos de raíz de las especies *Chenopodium* disminuyeron el porcentaje de germinación de semillas y la longitud de la plántula de cártamo (Rezaie & Yarnia, 2009). Así, se confirma que los exudados alelopáticos producidos por la raíz tienen mayor efecto inhibitorio, lo cual podría estar asociado a una concentración elevada de metabolitos secundarios en esta parte de la planta.

Al respecto, Ghareib *et al.* (2010) determinaron que el ácido vanílico, un metabolito secundario, extraído de la hoja de *C. murale* en concentraciones de 4 ppm, inhibió la germinación de las semillas de tomate en un 11.14%. En contraste, en el presente estudio, los extractos de raíz inhibieron más del 90% de la germinación de *A. fistulosum*, lo que podría sugerir que las raíces de *C. murale* poseen una mayor concentración de ácido vanílico. Sin embargo, en esta investigación no se estableció el contenido de este compuesto.

Zhou & Yu (2006) mencionan que *C. murale* presenta aleloquímicos que inhiben la cadena de transporte de electrones de transferencia del fotosistema II. Esta explicación puede ser corroborada por los hallazgos de Batish *et al.* (2006), quienes informaron que el extracto de *C. murale* contiene una amplia variedad de aleloquímicos, entre los que se incluyen ácido ferúlico, ácido vanílico, ácido p-coumárico y ácido benzoico. Estos compuestos fenólicos fitotóxicos tienen un impacto en el crecimiento y la fisiología de la planta. Estos informes podrían respaldar la hipótesis de que la inhibición en la germinación, la longitud de la raíz y el tallo en el cebollín sea consecuencia de la presencia de aleloquímicos en el extracto de raíz de *C. murale*, lo cual proporciona una explicación del potencial alelopático de *C. murale* sobre *A. fistulosum*.

Los resultados de la presente investigación constituyen el primer informe sobre el efecto alelopático de *C. murale* sobre *A. fistulosum*. Esta información es fundamental para las estrategias de gestión de esta maleza y, simultáneamente, proporciona una posible alternativa viable para el control de especies vegetales no deseadas. Además, proporciona un fundamento científico para la identificación de compuestos bioactivos que podrían actuar como precursores en la síntesis y desarrollo de moléculas novedosas destinadas a la formulación de herbicidas de origen botánico.

Conclusiones

Las raíces de *Chenopodium murale* exuda sustancias alelopáticas que afectan el desarrollo de *Allium fistulosum*, afectando su viabilidad y vigor en el desarrollo inicial de la planta. Estos hallazgos resaltan el potencial de esta especie para ser una fuente de compuestos bioactivos útiles en el manejo sostenible de las malezas. Se recomienda validar estos efectos en estudios adicionales de laboratorio y campo sobre malezas de importancia económica para fortalecer su aplicación agroecológica.

Conflictos de interés

No existe conflicto de interés entre los autores de este trabajo en caso de que el artículo sea publicado.

Referencias

- Anjali, Lomas, M. K., & Narayan, R. (2024). Allelopathic effect of leaf-biomass of *Parthenium hysterophorus*, *Cassia occidentalis* and *Chenopodium murale* on soil-fertility and growth of *Vigna unguiculata*. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 50(2), 233-244. <https://doi.org/10.55863/ijees.2024.0097>
- Batish, D. R., Lavanya, K., Singh, H. P., & Kohli, R. K. (2006). Root-mediated allelopathic interference of nettle-leaved goosefoot (*Chenopodium murale*) on wheat (*Triticum aestivum*). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 193(1), 37-44. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2006.00243.x>
- Blair, S., & Madrigal, B. (2005). *Plantas antimaláricas de Tumaco: costa pacífica colombiana*. Editorial Universidad de Antioquia.
- Chirilli, C., Biafora, A., Giaccardi, A., Benedettelli, S., & Migliorini, P. (2025). Impact of different agroecological practices for weed management on weeds and crops development. *Agronomy*, 15(10), 2335. <https://doi.org/10.3390/agronomy15102335>
- Cipollini, K., & Greenawalt, M. (2016). Comparison of allelopathic effects of five invasive species on two native species. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 143(4), 427-436. <https://doi.org/10.3159/TORREY-D-15-00062.1>
- Dmitrović, S., Simonović, A., Mitić, N., Savić, J., Cingel, A., Filipović, B., & Ninković, S. (2015). Hairy root exudates of allelopathic weed *Chenopodium murale* L. induce oxidative stress and down-regulate core cell cycle genes in *Arabidopsis* and wheat seedlings. *Plant Growth Regulation*, 75, 365-382. <https://doi.org/10.1007/s10725-014-9959-z>
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, UNAM.
- Ghareib, H. R. A., Abdelhamed, M. S., & Ibrahim, O. H. (2010). Antioxidative effects of acetone fraction and vanillic acid from *Chenopodium murale* on tomato plants. *Weed Biology and Management*, 10(1), 64-72. <https://doi.org/10.1111/j.1445-6664.2010.00368.x>
- González, A., Coronado, A., Ail, C. E., Rodríguez, Y., Cruz, M., & Zamora, V. M. (2020). Período crítico de competencia de maleza en *Allium fistulosum* L. en el Valle de Mexicali, Baja California. *Idesia (Arica)*, 38(2), 13-19. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292020000200013>
- Khalil, R., Yusuf, M., Bassuony, F., Gamal, A., & Madany, M. (2020). Efecto fitotóxico de *Alhagi maurorum* sobre el crecimiento y las actividades fisiológicas de *Pisum sativum* L. *Revista Sudafricana de Botánica*, 131, 250-258. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.02.037>

- Khan, M., Akhtar, N., Shadab, M., & Siddiqui, M. B. (2024). *Chenopodium murale* leaf aqueous extract's allelopathic potential: discovering via mitotic activity and ultrastructural analysis. *Research Journal of Agricultural Sciences*, 15(1), 166-171.
https://www.researchgate.net/publication/377633445_Chenopodium_murale_Leaf_Aqueous_Extract's_Allelopathic_Potential_Discovering_via_Mitotic_Activity_and_Ultrastructural_Analysis
- Madany, M., & Khalil, R. R. (2017). Fenugreek seed extract enhanced the growth of vicia faba and zea mays seedlings. *Egyptian Journal of Botany*, 57(2), 363-377. <https://doi.org/10.21608/ejbo.2017.777.1047>
- Mitić, N., Stanišić, M., Savić, J., Ćosić, T., Stanisavljević, N., Miljuš-Dukić, J., Marin, M., Radović, S., & Ninković, S. (2018). Physiological and cell ultrastructure disturbances in wheat seedlings generated by *Chenopodium murale* hairy root exudate. *Protoplasma*, 255, 1683-1692. <https://doi.org/10.1007/s00709-018-1250-0>
- Qasem, J. R. (1995). Allelopathic effects of *Amaranthus retroflexus* and *Chenopodium murale* on vegetable crops. *Allelopathy Journal*, 2(1), 49-66.
- Qasem, J. R. (2005). Critical period of weed competition in onion (*Allium cepa* L.) in Jordan. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 1(1), 32-42.
- Reinhardt, C. F., Meissner, R., & Labuschagne, N. (1994). Allelopathic interaction between *Chenopodium album* L. and certain crop species. *South African Journal of Plant and Soil*, 11(1), 45-49.
<https://doi.org/10.1080/02571862.1994.10634292>
- Reinhardt, C. F., Meissner, R., & Van Wyk, L. J. (1997). Allelopathic effects of *Chenopodium album* L. and *Chenopodium polyspermum* L. on another weed and two crop species. *South African Journal of Plant and Soil*, 14(4), 165-168. <https://doi.org/10.1080/02571862.1997.10635102>
- Rezaie, F., & Yarnia, M. (2009). Allelopathic effects of *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus* and *Cynodon dactylon* on germination and growth of safflower. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(2), 516-521.
- Statistix. (2004). *User Guide. Versión 8.0* [Software].
- Torres, S., Puente, M., & Rodríguez, M. (2003). Efecto alelopático del boniato (*Ipomoea batatas* L. (Lam.) sobre la germinación y crecimiento de cultivos y malezas. *Centro Agrícola*, 30(1), 59-63.
<https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA146742181&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=02535785&sw=w&p=AONE&userGroupName=anon%7Ec70e14d4&aty=open-web-entry>
- Zhou, Y. H., & Yu, J. Q. (2006). Allelochemicals and photosynthesis. En M. J. Reigosa, N. Pedrol & L. González (eds.), *Allelopathy: a physiological process with ecological implications* (pp. 127-139). Springer.
https://doi.org/10.1007/1-4020-4280-9_6