







**Fisiología vegetal**

Artículo de investigación científica y tecnológica

## Efecto alelopático de extractos acuosos de *Azadirachta indica* en la germinación de *Solanum lycopersicum*

Allelopathic effect of aqueous extracts of *Azadirachta indica* on the germination of *Solanum lycopersicum*

 Yoerlancy Santana-Baños<sup>1\*</sup>  Armando del Busto Concepción<sup>1</sup>  
 Frank Leidis Rodríguez-Espinosa<sup>1</sup>  Sergio Carrodegua Díaz<sup>1</sup>  
 Adanay Cándano Sánchez<sup>1</sup>  Yusniel Dago Dueñas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”, Pinar del Río, Cuba.

\*Autor de correspondencia: Yoerlancy Santana-Baños, Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”, calle José Martí No. 300, barrio Segundo Sur, entre 27 de noviembre y González Alcorta, Pinar del Río, Cuba. [yoerlancy@upr.edu.cu](mailto:yoerlancy@upr.edu.cu)

Recibido: 27 de septiembre de 2020  
Aprobado: 22 de septiembre de 2022  
Publicado: 10 de noviembre de 2022

Editor temático: Jorge Cadena Torres,  
Corporación Colombiana de Investigación  
Agropecuaria [AGROSAVIA]

Para citar este artículo: Santana-Baños, Y., del Busto Concepción, A., Rodríguez-Espinosa, F. L., Carrodegua Díaz, S., Cándano Sánchez, A., & Dago Dueñas, Y. (2022). Efecto alelopático de extractos acuosos de *Azadirachta indica* en la germinación de *Solanum lycopersicum*. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(3), e2259. DOI [https://doi.org/10.21930/rcta.vol23\\_num3\\_art:2734](https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num3_art:2734)

**Resumen:** Los extractos vegetales constituyen una alternativa promisorio en el manejo de plagas, pero con frecuencia se subestima su influencia sobre el crecimiento de las plantas. En la presente investigación se determinó el efecto alelopático de extractos acuosos de *Azadirachta indica* A. Juss. (nim) sobre semillas certificadas de *Solanum lycopersicum* L. cv. Pingüino (tomate), en condiciones de laboratorio. Los extractos se prepararon al 5 % m/v empleando por separado hojas y semillas y por dilución, las concentraciones utilizadas en el ensayo fueron: 0,0 % (control), 0,5 %, 1,0 %, 1,5 % y 2,0 % v/v. La siembra de semillas se realizó en placas de Petri sobre papel de filtro, distribuidas en un diseño completamente al azar con arreglo factorial y cuatro réplicas por concentración. Los resultados mostraron un estímulo en la germinación con extracto acuoso de semillas de *A. indica* al 0,5 % y una reducción con el extracto de hoja al 2,0 %. La longitud del hipocótilo aumentó en todas las concentraciones respecto al control y la longitud de la radícula disminuyó con el incremento de la concentración de los extractos, alcanzando una reducción superior al 20 % respecto al control. La masa fresca total de las plántulas no arrojó diferencias entre las concentraciones de los extractos y el control, y se concluyó que existe un efecto alelopático diferenciado de *A. indica* en la germinación de *S. lycopersicum* que podría aprovecharse en el contexto de una agricultura sostenible, aunque se sugiere la evaluación de los extractos en especies de arvenses.

**Palabras clave:** concentración, hojas, nim, radícula, semillas, tomate.

**Abstract:** Plant extracts are a promising alternative in pest management, but their influence on plant growth is often underestimated. In the present research, the effect of aqueous extracts of *Azadirachta indica* A. Juss. (neem) was determined on the germination, length of the radicle and hypocotyls and total fresh mass of certificated seeds of *Solanum lycopersicum* L. cv. Pingüino (tomato) under laboratory conditions. Extracts were prepared at 5 % m/v of each plant material used (leaves and seeds) and by dilution the concentrations used in the test were: 0.0 (control), 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 % v/v. Seed sowing was done in Petri plates, on filter paper, distributed in a completely random design with factorial arrangement and four replications by concentration. The germination was stimulated with aqueous extract of *A. indica* seeds at 0.5 % and inhibited with 2.0 % leaf extract. The length of the hypocotyl increased in all concentrations compared to the control and the length of the radicle decreased with the increase in the concentration of the extracts, reaching a reduction of more than 20 % compared to the control in concentrations  $\geq 1.0$  %. The total fresh mass of the seedlings did not differences between the concentrations of the extracts and the control. The results showed a differentiated allelopathic effect of *A. indica* on the germination of *S. lycopersicum* that could be used in the context of sustainable agriculture, although the evaluation of the extracts in weed species is suggested.

**Keywords:** concentration, leaves, neem, radicle, seeds, tomato.



## Introducción

Los compuestos alelopáticos en plantas constituyen una alternativa de manejo de plagas en agricultura sostenible (Cabeza-Cepeda et al., 2021), por ello se implementan los extractos vegetales para contrarrestar el uso indiscriminado de plaguicidas obtenidos por síntesis química (Alonso et al., 2020). Entre las especies más empleadas con este fin se encuentra el nim (*Azadirachta indica* A. Juss. Meliaceae) (Bandeira et al., 2015; Souza et al., 2016), sin embargo, con frecuencia se subestiman los efectos negativos o positivos sobre la germinación y el crecimiento de las plantas cultivadas donde se aplican.

El nim es capaz de producir varios compuestos bioactivos, entre los que se destaca la azadiractina, agente activo principal, la cual actúa como regulador del crecimiento y antiapetitivo sobre insectos (Estrada et al., 2007) con cualidades como insecticida, acaricida, fungicida y nematocida (Estrada & Puig, 2013). Además del efecto insecticida, esta produce compuestos herbicidas que disminuyen considerablemente la germinación de *Sorghum bicolor* (L.) Moench (Poaceae), *Lactuca sativa* L. (Asteraceae) y *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) (Cabral et al., 2008; Canabarro et al., 2014).

En Cuba, los extractos acuosos de nim son empleados para el manejo de plagas en escenarios de la agricultura urbana y suburbana, sobre todo para regular insectos y nematodos en cultivos de hortalizas (Navarrete et al., 2017; Santana et al., 2017; Morán, 2018). Se aplican en forma de aspersiones foliares y como enmiendas, pero es poco abordada su interacción con el crecimiento de las plantas (Santana-Baños et al., 2021).

Este estudio pretende evaluar el efecto alelopático de los extractos acuosos de hojas y semillas de *A. indica* sobre la germinación de *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae), especie sensible para este tipo de ensayos y cultivo de gran importancia agrícola en el que se aplican los preparados de nim para el manejo de plagas (Rodríguez et al., 2012; Santana et al., 2016).

## Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en el laboratorio de microbiología de la Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”, Cuba; ubicado a los 22° 24' 48" N y 83° 41' 16" O. Los valores promedios de temperatura y humedad relativa durante el ensayo fueron 27,8 °C y 62,4 %. Los extractos acuosos se obtuvieron de hojas verdes y semillas obtenidas de frutos maduros, recolectados en el tercio medio de árboles de nim con edad igual o superior a ocho años, ubicados a 22° 25' 11" N y 83° 41' 17" O en organopónicos del municipio Pinar del Río. Las hojas y las semillas se sometieron a un proceso de secado en condiciones de ambiente natural (sombra, temperatura promedio de 25-27 °C y humedad relativa del 68 %), hasta perder entre 90-95 % de humedad, según las indicaciones descritas por Estrada y Puig (2013). Luego, se trituraron por separado, en fracciones inferiores a 1,0 cm que fueron colocadas en un *beaker* con agua destilada estéril a razón de 50 g/l (5 % m/v) de cada material durante ocho horas. Después de una mezcla homogénea, se agitó durante 15 min a intervalos de 30 min en las primeras 2 h.

Posteriormente, se filtró en papel de filtro estándar y se conservaron los extractos entre 5 °C y 7 °C hasta su utilización.

A partir del extracto obtenido al 5 % m/v de cada material empleado (hojas y semillas), se realizaron las diluciones necesarias con agua destilada estéril para elaborar las concentraciones empleadas en el ensayo: 0,0 % (control), 0,5 %, 1,0 %, 1,5 % y 2,0 % v/v, en las cuales se determinaron los valores promedios de pH y la conductividad eléctrica (tabla 1). Las concentraciones se establecieron a partir de los criterios de varios autores que realizaron ensayos similares (Layne & Méndez, 2013) y en función de la dosis recomendada para aplicaciones foliares (Estrada & Puig, 2013).

**Tabla 1.** Valores de pH y conductividad eléctrica (media  $\pm$  error estándar) en los extractos de *Azadirachta indica*

Extractos	Concentraciones (% m/v)				
	0,0 (control)	0,5	1,0	1,5	2,0
<b>pH</b>					
Hojas	7,66 $\pm$ 0,035	6,89 $\pm$ 0,010	6,54 $\pm$ 0,013	6,43 $\pm$ 0,018	6,35 $\pm$ 0,003
Semillas	7,66 $\pm$ 0,035	6,96 $\pm$ 0,037	6,43 $\pm$ 0,020	6,04 $\pm$ 0,015	5,73 $\pm$ 0,019
<b>Conductividad eléctrica (mS/cm)</b>					
Hojas	0,26 $\pm$ 0,003	0,53 $\pm$ 0,003	0,77 $\pm$ 0,007	0,99 $\pm$ 0,009	1,17 $\pm$ 0,010
Semillas	0,26 $\pm$ 0,003	0,54 $\pm$ 0,012	0,75 $\pm$ 0,003	0,92 $\pm$ 0,003	1,10 $\pm$ 0,006

Fuente: Elaboración propia.

En el ensayo se emplearon semillas certificadas de *S. lycopersicum* cv. Pingüino, desinfectadas con ácido clorhídrico al 1,0 % durante 3,0 min. Previo a la siembra, se colocaron por un minuto en 2,0 ml de las concentraciones de los extractos evaluados. La siembra se realizó sobre papel de filtro en placas de Petri de 10 cm de diámetro, previamente esterilizadas, a razón de 50 semillas/placa. Posteriormente, se sometieron a cámara oscura durante 12 horas y un régimen de luz y oscuridad de igual periodo hasta 120 horas después de la siembra; se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial y cuatro réplicas, donde los factores fueron: tipo de material vegetal (hojas y semillas) y concentración.

Se cuantificaron las semillas germinadas en intervalos de 12 horas por cinco días (120 h) y se evaluó el porcentaje de germinación final (PG), el índice de velocidad de germinación (IVG) (Brown & Mayer, 1988) y el tiempo medio de germinación (TMG) (García et al., 1982). Los cálculos se realizaron a partir de las fórmulas descritas a continuación:

$$PG (\%) = A \times 100/S$$

$$IVG = a_1/t_1 + a_2/t_2 + \dots + a_n/t_n$$

$$TMG (\text{horas}) = [(a_1t_1) + (a_2t_2) + \dots + (a_nt_n)]/A_n$$

\* (A) número de semillas germinadas, (S) total de semillas, ( $a_1, a_2, \dots, a_n$ ) número de semillas germinadas en el conteo correspondiente a  $t_1, t_2, \dots, t_n$ , (t) tiempo (horas) transcurrido desde la siembra hasta el conteo, (An) total de semillas germinadas en el último conteo.

A las 120 horas de iniciada la germinación, se seleccionaron al azar 10 plántulas por placa de Petri en cada concentración de los extractos evaluados y se midió la longitud y el diámetro del hipocótilo (mm), así como la longitud de la radícula (mm), con pie de rey digital de precisión de 0,01 mm. Además, se registró la masa fresca de las plántulas (g) en una balanza analítica Sartorius BS124S de precisión de 0,10 mg.

Luego, se realizaron un análisis de varianza simple y una prueba de Duncan para la comparación de medias, con un nivel de confianza del 95 % ( $P \leq 0,05$ ). También se aplicó un análisis de regresión lineal y para ello se empleó el programa estadístico Minitab® 17.1.0 para Windows (Minitab, 2015).

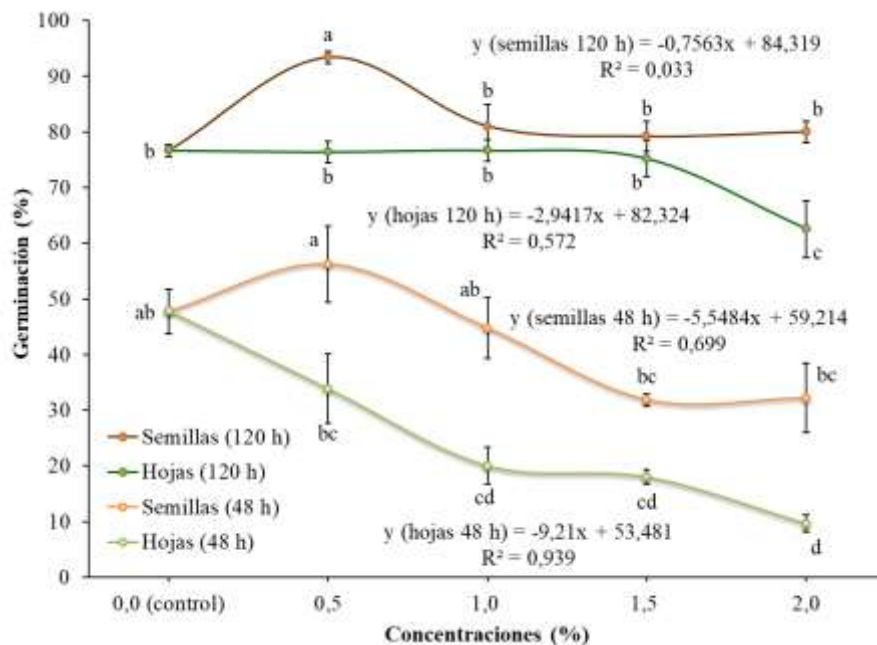
## Resultados y discusión

La germinación de *S. lycopersicum* cv. Pingüino se inició a partir de las 36 horas, excepto en las semillas tratadas con extracto de hoja de nim al 2,0 % que fue a las 48 horas. Se destaca que el extracto acuoso de semilla al 0,5 % estimuló la dinámica de germinación, la misma que se vio afectada con el extracto acuoso de hoja al 2,0 % (figura 1).

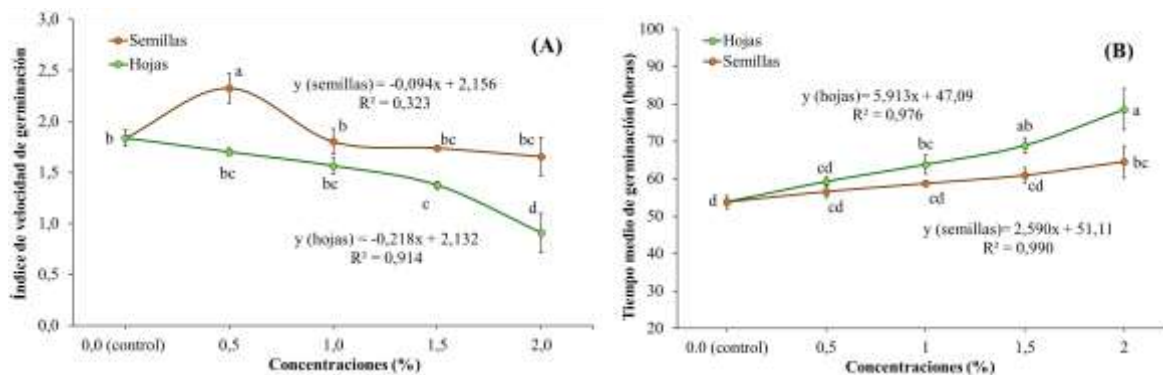
Los porcentajes de inhibición de la germinación fueron directamente proporcionales al incremento de la concentración y en el extracto acuoso de hojas de nim se redujo el valor de semillas germinadas entre 29,2 % y 79,8 % respecto al control, a las 48 h de imbibición; sin embargo, a las 120 h la reducción significativa ( $> 18$  %) se alcanzó con el extracto al 2,0 %.

El extracto de semillas solo provocó una inhibición superior al 30 % en las concentraciones de 1,5 % y 2,0 % a las 48 h, con un incremento de 17,8 % y 21,8 % de germinación a las 48 h y 120 h, respectivamente, cuando se empleó al 0,5 %. Las demás concentraciones tampoco afectaron negativamente la germinación, por lo que el efecto inhibidor del extracto acuoso de semillas podría encontrarse a concentraciones superiores al 2,0 %, aspecto en el que debe profundizarse en próximos ensayos, ya que algunos autores plantean reducción de la germinación en *L. sativa* con extractos de nim a concentraciones entre 5 % y 20 % m/v (Canabarro et al.; 2014; Souza et al., 2016).

Se destaca que el incremento de la concentración en los extractos de hojas de nim determinó, en más del 90 %, la reducción del índice de velocidad de germinación (figura 2A), mientras que en los extractos de semilla ( $R^2 = 32,3$  %) al 0,5 % superó significativamente el control. Este índice se afectó negativamente en las concentraciones de 1,5 % (1,38) y 2,0 % (0,91) del extracto de hojas, sin embargo, la reducción proporcional con la concentración en los extractos de hojas sugiere incluir concentraciones superiores en próximos ensayos hasta lograr un punto crítico del efecto inhibidor, el mismo debe evaluarse en especies de arvenses a fin de establecer las potencialidades de los extractos como alternativa ecológica para la regulación pre-emergente de sus poblaciones en suelo o sustratos empleados en la producción hortícola.



**Figura 1.** Efecto de los extractos sobre la germinación de *S. lycopersicum* cv. Pingüino. Las letras distintas indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) y las barras sobre las líneas expresan error estándar de la media.  $R^2$  = coeficiente de estimación para la regresión lineal. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 2.** Efecto de los extractos sobre el índice de velocidad de germinación (A) y tiempo medio de germinación (B) de *S. lycopersicum* cv. Pingüino. Las letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) y las barras sobre las líneas expresan error estándar de la media.  $R^2$  = coeficiente de estimación para la regresión lineal. Fuente: Elaboración propia.

Con relación al tiempo medio de germinación (figura 2B), se obtuvo una tendencia creciente con el aumento de las concentraciones de los extractos evaluados ( $R^2 > 97\%$ ), alcanzándose medias superiores respecto al control con los extractos de hojas de nim al 1,0 % (63,8 horas), 1,5 % (68,9 horas) y 2,0 % (78,5 horas), así como con los de semilla al 2,0 % (64,5 horas).

El incremento del tiempo medio de germinación en proporción con la concentración puede estar asociado a una mayor acumulación de metabolitos en la medida en que aumenta la concentración de los extractos, lo que favorece su efecto alelopático (Cabral et al., 2008; Souza et al., 2016), aspecto que debe tenerse en cuenta cuando los extractos de nim se utilizan en el manejo de plagas del suelo en *S. lycopersicum*, como es el caso de los nematodos fitoparásitos (*Meloidogyne* spp.), pues podría influir el momento y la dosis de aplicación de los mismos (Santana-Baños et al., 2021), cuestión que debe ser estudiada en condiciones de campo para establecer criterios concretos al respecto.

Estudios similares plantean interferencia sobre la germinación de semillas de *L. sativa* con la utilización de extractos acuosos de hojas de nim, aunque se emplearon concentraciones de 2,5 % a 10 % m/v (Cabral et al., 2008) y de 5 % a 20 % m/v (Canabarro et al., 2014), apreciándose una mayor reducción en la medida en que la concentración de los extractos aumentaba.

Rickli et al. (2011) también observaron inhibición de la germinación en semillas de *L. sativa* con extracto acuoso de nim a partir del 2,0 % (m/v), mientras que otros autores sugieren que los extractos de hojas producen una inhibición mayor que otros órganos de la planta (Formagio et al., 2012; Rodríguez-Gutiérrez et al., 2016), lo que podría explicar el efecto diferenciado entre semillas y hojas en esta investigación; no obstante, se corrobora el criterio del potencial alelopático que pueden manifestar los extractos acuosos de especies vegetales en la germinación de semillas (Anwar et al., 2021; Scharlak et al., 2021).

Alcanzados los cinco días posteriores al inicio de la germinación, se pudo constatar un incremento en la longitud del hipocótilo entre 3 % y 20 % con las concentraciones de los extractos evaluados, aunque disminuyó a partir de las concentraciones de 1,0 % y 1,5 % para los extractos de semilla y hojas de nim, respectivamente, lo que pudiera estar relacionado con el límite a utilizar si se pretende un efecto estimulante del crecimiento, aspecto que debe profundizarse en investigaciones futuras y fases posteriores a la germinación. El diámetro del hipocótilo también fue similar o superior al control con los extractos y osciló entre 0,67 y 0,84 mm (tabla 2).

Estudios realizados por González et al. (2015) informaron tanto reducción como incremento de la longitud del hipocótilo cuando evaluaron el efecto de diferentes extractos de *Helianthus annuus* sobre la germinación y el crecimiento de *S. lycopersicum*; sin embargo, Viné et al. (2013) afirmaron que el efecto alelopático inhibitorio sobre el crecimiento no siempre fue directamente proporcional a la concentración del extracto acuoso evaluado.

**Tabla 2.** Efecto de los extractos en el crecimiento de *S. lycopersicum* cv. Pingüino

Extractos	Concentraciones (% m/v)					EE (±)	CV (%)
	0,0 (control)	0,5	1,0	1,5	2,0		
<b>Longitud del hipocótilo (mm)</b>							
Hojas	63,40 b	70,70 ab	72,60 ab	76,10 a	74,00 ab	1,17	15,67
Semillas	63,40 b	72,60 ab	72,70 ab	70,60 ab	65,60 ab		
<b>Diámetro del hipocótilo (mm)</b>							
Hojas	0,67 d	0,77 bc	0,81 ab	0,73 cd	0,84 a	0,01	10,82
Semillas	0,67 d	0,67 d	0,73 cd	0,75 bc	0,71 cd		
<b>Longitud de la radícula (mm)</b>							
Hojas	76,20 a	61,70 b	51,30 bc	52,80 bc	42,70 c	1,76	29,43
Semillas	76,20 a	75,40 a	55,70 bc	48,60 bc	40,80 c		
<b>Masa fresca total (mg)</b>							
Hojas	48,02 ab	52,60 ab	53,87 ab	51,58 ab	56,54 a	0,00	20,35
Semillas	48,02 ab	47,96 ab	53,21 ab	48,40 ab	44,59 b		

\*Las letras distintas para las interacciones extracto-concentración indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ). EE: error estándar y CV: coeficiente de variación.

Fuente: Elaboración propia.

La longitud de la radícula evidenció, en general, una reducción con el incremento de la concentración, alcanzándose valores promedios significativamente inferiores respecto al control en las concentraciones de los extractos evaluados, con excepción de semillas de nim al 0,5 % donde no se afectó esta variable (tabla 2). Cabe destacar que la radícula se redujo en más del 20 % respecto al control en concentraciones de 1,0 %, 1,5 % y 2,0 %, para las cuales no se encontraron diferencias entre los extractos de hojas y semillas.

Los resultados indican que el efecto inhibitorio sobre el crecimiento de *S. lycopersicum* fue más acentuado en la variable longitud de la radícula (tabla 2). Laynez y Méndez (2013) obtuvieron una reducción lineal en la longitud de la radícula de *L. sativa* con extracto de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray (Asteraceae) a iguales concentraciones que las empleadas en este estudio. Otros autores también destacan la sensibilidad de esta variable al efecto alelopático inhibitorio con diferentes extractos acuosos en *S. lycopersicum*, *Amaranthus* spp. (Amaranthaceae), *Tagetes minuta* (Asteraceae) y *Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae) (González et al., 2015; Sakadzo et al., 2018; Alonso et al., 2020).

La masa fresca total de las plántulas no arrojó diferencias significativas entre las concentraciones de los extractos evaluados y el control, aunque se alcanzaron medias superiores a este en los extractos de hojas de nim (tabla 2). Además, se destaca una diferencia significativa entre los extractos para la concentración de 2,0 %, apreciándose un incremento superior a 15 % y una

reducción en más de 6 %, respecto al control, para el extracto de hojas y semillas, respectivamente.

Ensayos realizados por Cabral et al. (2008) indicaron que los extractos acuosos de nim pueden o no afectar la biomasa en las plantas receptoras y en algunas especies puede presentarse una reducción de esta a concentraciones superiores a 2,0 %, aspecto que puede estar relacionado con las diferencias en los metabolitos presentes entre los extractos (Layne & Méndez, 2013). Aplicaciones de extracto acuoso de hoja de nim al 5 % en *S. lycopersicum*, posterior a la germinación de las semillas, no provocaron una reducción significativa de la biomasa fresca de las plántulas respecto al control (Santana et al., 2017).

## Conclusiones

Los extractos acuosos de hojas y semillas de *A. indica* provocan una sensibilidad alelopática diferenciada en *S. lycopersicum*. Se evidencia que la germinación se estimula con el extracto acuoso de semillas de *A. indica* al 0,5 % y se reduce con el extracto de hojas al 2,0 %. Ambos extractos incrementan la longitud del hipocótilo respecto al control y reducen la longitud de la radícula proporcionalmente con el incremento de la concentración. Los resultados sugieren evaluar en próximos ensayos concentraciones superiores de los extractos para determinar el punto crítico de inhibición de la germinación y el crecimiento, así como su efecto herbicida en especies de arvenses.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al personal técnico de los laboratorios de investigación y microbiología de la Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca” por su apoyo durante los ensayos y agradecen también a los revisores pares y a los editores de esta revista por sus comentarios, los cuales ayudaron a mejorar este trabajo.

## Descargos de responsabilidad

Todos los autores realizaron aportes significativos al documento, están de acuerdo con su publicación y manifiestan que no existen conflictos de interés en este estudio.

## Referencias

- Alonso, L., Castellanos, L., & Ortega, I. (2020). Efecto alelopático de un extracto acuoso de *Panicum maximum* Jacq. sobre dos dicotiledóneas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(1), 47-52. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/381>
- Anwar, T., Qureshi, H., Mahnashi, M. H., Kabir, F., Parveen, N., Ahmed, D., Afzal, U., Batool, S., Awais, M., Alyami, S. A., & Alhaider, H. A. (2021). Bioherbicidal ability and weed



- management of allelopathic methyl esters from *Lantana camara*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28, 4365-4374. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.04.026>
- Bandeira, M., Garcia, S., Almeida, D. G., & Oliveira, A. (2015). Efeito do extrato aquoso das folhas de nim indiano (*Azadirachta indica*) sobre o crescimento inicial de plantas daninhas. *Revista Gaia Scientia*, 9(1), 1-6. <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/article/view/19211>
- Brown, R., & Mayer, D. (1988). Representing cumulative germination. 1. A critical analysis of single-value germination indices. *Annals of Botany*, 61(2), 117-125. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a087534>
- Cabeza-Cepeda, H. A., Balaguera-López, H. E., & Useche de Vega, D. S. (2021). Aleopatía del extracto de *Campomanesia lineatifolia* sobre *Taraxacum officinale*. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(3), e2010. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol22\\_num3\\_art:2010](https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num3_art:2010)
- Cabral, A., Ferreira, I., Costa, C., Queiroga, E., & Martinotto, C. (2008). Atividades alelopáticas de nim sobre o crescimento de sorgo, alface e picão-preto. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, 32(5), 1374-1379. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000500003>
- Canabarro, M., Mitsuo, O., & Camillo, M. A. (2014). Efeito de extrato aquoso e metanólico de nim (*Azadirachta indica*) sobre a germinação de alfase. *Multitemas*, 46, 09-21. <http://www.multitemas.ucdb.br/article/view/168/203>
- Estrada, J., & Puig, N. (2013). Producción y uso de los bioproductos del nim en el manejo ecológico de plagas. En: *Manual para la Adopción del Manejo Agroecológico de Plagas en Fincas de la Agricultura Suburbana: Vol. II*. Habana, Cuba: INISAV- INIFAT.
- Estrada, J., López, M. T., Castillo, B. Z., & Puig, N. (2007). Bioinsecticidas de Nim en la Agricultura Urbana. *Revista Agricultura Orgánica*, 13(3), 44-45. <https://es.scribd.com/document/390939867/20-Nim>
- Formagio, A. S., Masetto, T. E., Vieira, M. C., Zárata, N. A., Costa, W. F., Trevizan, L. N., & Sarragiotto, M. H. (2012). Potencial alelopático de *Tropaeolum majus* L. na germinação e crescimento inicial de plântulas de picão-preto. *Ciencia Rural*, 42(1), 83-89. <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000100014>
- García, J., Monteith, J., & Squire, G. (1982). Time, temperature, and germination of pearl millet (*Pennisetum typhoides* S. & H.). *Journal of Experimental Botany*, 33(2), 288-296. <https://doi.org/10.1093/jxb/33.2.288>
- González, Y., Pino, O., Leyva, Á., Antonioli, Z. I., Arévalo, R. A., Gómez, Y., & Pavón, M. I. (2015). Efecto de extractos acuosos de *Helianthus annuus* Lin. sobre el crecimiento de *Solanum lycopersicum* Lin. *Cultivos Tropicales*, 36(4), 28-34. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36n4/ctr04415.pdf>
- Layne, J. A., & Méndez, J. R. (2013). Efectos alelopáticos de extractos acuosos de hojas de botón de oro [*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray.] sobre la germinación de semillas y crecimiento de plântulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Scientia Agropecuaria*, 4, 229-241. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357633706009>
- Minitab. (2015). Minitab 17: *gretting started with Minitab 17*. Pennsylvania: Minitab Inc.
- Morán, C. (2018). Uso de bioinsecticida a base de neem *Azadirachta indica* para el manejo de saltahoja en agroecosistema de caña de azúcar, Guayas, Ecuador. *Manglar*, 14(1), 73-83. <http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2017.010>
- Navarrete, B., Valarezo, O., Cañarte, E., & Solórzano, R. (2017). Efecto del nim (*Azadirachta indica* Juss.) sobre *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) y controladores

- biológicos en el cultivo del melón *Cucumis melo* L. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 25(1), 33-44. <https://doi.org/10.17163/lgr.n25.2017.03>
- Rickli, H. C., Fortes, A. M., Silva, P. S., Pilatti, D. M., & Hutt, D. R. (2011). Allelopathic effect of aqueous extract of *Azadirachta indica* A. Juss. on lettuce, soybeans, maize, beans and *Bidens pilosa*. *Semina: Ciências Agrárias*, 32(2), 473-484. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n2p473>
- Rodríguez, M. G., Gómez, L., Hernández-Ochandía, D., Enrique, R., Miranda, I., & Pino, O. (2012). Efecto de la biodesinfección con residuos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre población de *Meloidogyne* spp. en suelo. *Revista Protección Vegetal*, 27(3), 197-201. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v27n3/rpv10312.pdf>
- Rodríguez-Gutiérrez, J. L., Correa-Higuera, L. J., Alvarado-Camacho, A. E., & Chaparro-Pesca, J. A. (2016). Evaluación de la actividad alelopática de extractos crudos de *Copaifera pubiflora* (Benth), sobre la germinación de *Mimosa pudica* (L.). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(157), 621-628. <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.379>
- Sakadzo, N., Pahla, I., Muzemu, S., Mandumbu, R., & Makaza, K. (2018). Herbicidal effects of *Datura stramonium* (L.) leaf extracts on *Amaranthus hybridus* (L.) and *Tagetes minuta* (L.). *African Journal of Agricultural Research*, 13(34), 1754-1760. <https://doi.org/10.5897/AJAR2018.13225>
- Santana, Y., del Busto, A., Paneque, I., Aguiar, I., Ruiz, M., Miranda, E., Cándano, A., & Hernández, L. (2017). Biostimulant and nematocidal effect of *Trichoderma harzianum* Rifai and aqueous extract of *Azadirachta Indica* A. Juss. in *Solanum lycopersicum* L. *Universal Journal of Agricultural Research*, 5(5), 251-256. <https://doi.org/10.13189/ujar.2017.050501>
- Santana, Y., del Busto, A., Rodríguez, M. G., Rodríguez, F. L., & Maqueira, D. (2016). Interacción de *Trichoderma harzianum* Rifai y *Azadirachta indica* A. Juss sobre una población de *Meloidogyne* spp. en plántulas de *Solanum lycopersicum* L. *Revista Protección Vegetal*, 31(2), 114-119. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v31n2/rpv06216.pdf>
- Santana-Baños, Y., Acosta, A., Hernández, L., Rivera, Y., & Del Busto, A. (2021). Respuesta de plántulas de tomate a la aplicación de *Trichoderma viride* y extracto acuoso de nim. *Manglar*, 18(4), 375-379. <http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2021.048>
- Scharlak, C. C., de Souza, G. B., Almeida, D., Palin, D., Menegazzo, R. F., Gazim, Z. C., & Lopes, A. D. (2021). Allelopathic potential of the aqueous extract of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) on sourgrass seeds germination. *Research, Society and Development*, 10(7), e36010715317. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.15317>
- Souza, A. M., Pereira, C. E., de Paula, E. M., de Freiras, R. M., & Kikuti, A. L. (2016). Bioatividade de extratos vegetais de nim, jambu e pimenta de macaco sobre sementes de alface. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, 30, 43-50.
- Viné, C., Guerrero, J., & Bensch, E. (2013). Efecto alelopático de extractos acuosos foliares de diez ecotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) sobre *Rumex acetosella* L. *IDESLA*, 31(3), 77-87. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292013000300011>