

Influencia de sustratos de arena y soluciones orgánicas en la concentración de compuestos fenólicos de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) extraídos con solventes orgánicos

Influence of sand substrates and organic solutions on the concentration of basil (*Ocimum basilicum* L.) phenolic compounds extracted with organic solvents

María del Rosario Moncayo-Luján*, Mercedes Georgina Ramírez-Aragón*, Tania Breshkovskaya Ortiz-Escobar*, Tania Lizeth Guzmán-Silos*, Miguel Ángel Segura-Castruita**✉

Moncayo-Luján, M. R., Ramírez-Aragón, M. G., Ortiz-Escobar, T. B., Guzmán-Silos, T. L., & Segura-Castruita, M. A. (2023). Influencia de sustratos de arena y soluciones orgánicas en la concentración de compuestos fenólicos de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) extraídos con solventes orgánicos. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 31 (89), e4208, <https://doi.org/10.33064/iycuaa2023894208>

RESUMEN

El tipo de sustrato y solución nutritiva influyen en el contenido de compuestos fenólicos en plantas de consumo humano; no obstante, el tipo de solvente que se utiliza para la extracción de los compuestos fenólicos puede jugar un papel preponderante en los resultados. Los objetivos de este estudio fueron determinar la producción de compuestos fenólicos (CF) de albahaca cultivada en dos sustratos con aplicaciones de cuatro soluciones nutritivas bajo condiciones de invernadero y evaluar el efecto de tres solventes orgánicos en solución acuosa sobre la extracción de CF. Los resultados mostraron que la albahaca cultivada en arena con aplicaciones de una solución nutritiva de vermicomposta tuvo una concentración de CF de hasta 10.60 mg AG equiv/g BS, cuando se extrajo con acetona en solución acuosa.

Palabras clave: *Ocimum basilicum*; acetona; composta; vermicomposta; compuestos fenólicos; agricultura protegida.

Recibido: 28 de noviembre de 2022 Aceptado: 31 de marzo de 2023 Publicado: 31 de mayo de 2023

*Universidad Politécnica de Gómez Palacio. Carretera El Vergel-La Torreña, Km 0+820, El Vergel, C. P. 35120, Gómez Palacio, Dgo., México. Correo electrónico: r_ml_10@hotmail.com; ginaaragon13@hotmail.com; tortiz@upgop.edi.mx; tanializguzman@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7289-9551>; <https://orcid.org/0000-0002-8044-3893>; <https://orcid.org/0000-0001-6897-8783>; <https://orcid.org/0000-0003-3008-8990>

**Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tlajomulco. Carretera Tlajomulco-San Miguel Cuyutlán Km. 10, C. P. 45640, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México. Correo electrónico: dmilys5@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4745-7652>

✉ Autor para correspondencia

ABSTRACT

The type of substrate and nutrient solution influence the content of antioxidants in plants for human consumption; however, the type of solvent used for the extraction of antioxidants can play a preponderant role in the results. The objectives of this study were to determine the accumulation of phenolic compounds (PC) of basil grown in two substrates with applications of four nutrient solutions under greenhouse conditions and to evaluate the effect of three organic solvents in aqueous solution on the extraction of PC. The results showed that basil grown in sand with applications of a vermicompost nutrient solution had a PC concentration of up to 10.60 mg AG equiv/g BS, when extracted with acetone in aqueous solution.

Keywords: *Ocimum basilicum*; acetone; compost; vermicompost; phenolic compounds; protected agriculture.

INTRODUCCIÓN

La demanda actual de plantas aromáticas como la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) se ha incrementado en el mundo; ya que contienen sustancias bioactivas que benefician al humano (Calderón Bravo, Vera Céspedes, Zura Bravo, & Muñoz, 2021; Gasaly, Riveros, & Gotteland, 2020). Uno de los grupos de antioxidantes que existen en estas plantas son los compuestos fenólicos (CF) (Prinsi, Morgutti, Negrini, Faoro, & Espen, 2019), los cuales están relacionados con las propiedades antioxidantes de esta planta. Los CF tienen efectos hipoglucemiantes, hepatoprotectores, cardioprotectores, antihipertensivos, antiinflamatorios, actividad antimicrobiana y antiviral (Snezana, 2017); razón por la que existe interés en producir plantas de albahaca con altas concentraciones de CF. Una alternativa para producir albahaca es su cultivo bajo condiciones protegidas con el uso de sustratos y soluciones nutritivas orgánicas. Uno de los sustratos minerales económicos, de fácil obtención, con baja capacidad de intercambio catiónico, que retiene agua fácilmente disponible y que sirve de anclaje para las plantas, es la arena (Segura-Castruita et al., 2008).

Por otra parte, diversas investigaciones han demostrado que la aplicación de soluciones nutritivas basados en materiales orgánicos como la composta, vermicomposta e incluso sus lixiviados, incrementan el desarrollo de las plantas y su calidad fitoquímica (González Solano, Rodríguez Mendoza, Trejo Telles, García Cue, & Sánchez Escudero, 2011). Por lo anterior es probable que los contenidos de CF se incrementen cuando las plantas de albahaca se cultiven en sustratos de arena con aplicaciones de soluciones nutritivas orgánicas; sin embargo, para el caso de albahaca no se ha definido cuál fuente orgánica es la que tiene un mayor efecto en la concentración de los CF. No obstante, asegurar la nutrición y crecimiento de las plantas, con sustratos y soluciones nutritivas, no es suficiente para obtener la mayor concentración del fitoquímico de interés. Yang et al. (2009) indicaron que el rendimiento y el contenido de CF de los extractos naturales depende de las propiedades de los solventes utilizados para la extracción.

Actualmente, la extracción de compuestos bioactivos de plantas se realiza con fluidos supercríticos como el CO₂ (Soto García & Rosales Castro, 2016); aunque para la extracción de CF de plantas se continúan usando solventes orgánicos como la acetona, el etanol o el metanol; ya que son métodos eficaces y sencillos (Houda Lezoul, Belkadi, Habibi,

& Guillén, 2020); sin embargo, los volúmenes que se utilizan de este tipo de solventes son grandes, con el riesgo de que permanezcan trazas en los extractos que puedan ser nocivos para la salud humana; ya que pueden causar problemas en el sistema nervioso e incluso provocar cáncer. Por lo anterior, los objetivos de este trabajo fueron determinar la concentración de CF de hojas secas de albahaca blanca, cultivada en dos sustratos a base de arena con aplicaciones de soluciones nutritivas orgánicas bajo condiciones de invernadero, con tres solventes orgánicos en solución acuosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en un invernadero de la Universidad Politécnica de Gómez Palacio, Durango, durante el ciclo primavera-verano. El material vegetal fue albahaca blanca (*Ocimum basilicum* L.) variedad Nufar, que se cultivó en sustratos dentro de macetas (7.0 l). El riego fue manual y se aplicó una vez al día por la mañana (1 l por maceta), agregando soluciones nutritivas cada dos semanas. Los sustratos que se utilizaron fueron dos: arena de río (A) y una mezcla de perlita con arena de río (PA) [80:20 (v/v)]. Las soluciones nutritivas (s) que se utilizaron fueron cuatro: solución de Steiner (sQ), solución a base de composta (sC), solución de vermicomposta (sV) y un lixiviado de vermicomposta (sLV). El diseño experimental fue completamente al azar, con ocho tratamientos y cuatro réplicas; haciendo un total de 32 unidades experimentales (UE). La UE consistió en una maceta con una planta de albahaca. Para la extracción de CF se utilizaron hojas secas y molidas de cada UE (obtenidas de plantas que se cortaron en la etapa de floración), esto puede observarse en la figura 1. Del polvo de la molienda (partículas de < 0.850 mm de diámetro) se colocaron 150 mg en tubos CORNING Centrisar TM y se agregaron 5 ml de solventes; por separado, metanol, etanol y acetona a 50% (v/v); posteriormente, se mantuvieron en agitación a 20 r. p. m. durante 4 h; al final la mezcla se centrifugó (3000 r. p. m.) durante 5 minutos y se separó el sobrenadante.



Figura 1. Perspectiva de semillas, planta verde en floración y planta seca de albahaca. Fotografía tomada por el equipo de investigación.

La cuantificación del contenido de CF se realizó por el método Folin-Ciocalteu; las lecturas de los extractos se leyeron a una absorbancia de 765 nm en espectrofotómetro GENESYS 6. El CF se estimó a partir de una curva patrón usando ácido gálico (Sigma-Aldrich). Los resultados se reportaron en mg de ácido gálico equivalente por g de muestra en base seca (mg AG equiv/g BS). Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y una prueba de diferenciación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS

La concentración de CF en albahaca mostró diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$) entre tratamientos (tabla 1); la mayor concentración de CF que se extrajo con las soluciones de metanol, etanol y acetona (9.20, 9.70 y 10.60 mg AG equiv/g BS, respectivamente) fue en la albahaca del tratamiento A-sV (sustrato arena con solución de vermicomposta). Resultados similares reportaron Vázquez Vázquez, Ojeda Mijares, Fortis Hernández, Preciado Rangel y Antonio González (2015). Este comportamiento se debe a que las partículas que varían desde 0.02 hasta 2 mm (arenas) retienen, entre los poros que forman, agua fácilmente disponible; tienen buen drenaje y cantidad de aire adecuada (Martínez Florián & Roca, 2011), lo que influye de manera positiva en la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Barbaro & Karlanián, 2020).

Por otra parte, Taie & Radwan (2010) reportaron cantidades más altas de CF en los tratamientos de albahaca que recibieron soluciones nutritivas orgánicas; lo que podría ser causado por las fuentes orgánicas y las condiciones de crecimiento de la planta (Alfoldi et al., 2006); ya que la acumulación de CF está relacionada con la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, nutrientes clave en la producción de metabolitos secundarios en algunas plantas (Nguyen & Niemeyer, 2008). Al respecto, Jafari Khorsand et al. (2022) indicaron que las concentraciones de polifenoles en plantas dependen, entre otros factores, del método de cultivo; lo que demuestra la influencia que tienen las condiciones ambientales sobre sus metabolitos secundarios. Lo anterior permite explicar el incremento del CF de albahaca producida en un sustrato de arena con aplicaciones de una solución nutritiva con base de vermicomposta, bajo condiciones de invernadero.

Tabla 1

Compuestos fenólicos en albahaca a partir de combinaciones de sustratos y soluciones nutritivas extraídos con metanol, etanol y acetona

| Tratamiento | Metanol | Etanol | Acetona |
|-------------|------------------|---------|---------|
| | mg AG equiv/g BS | | |
| PA-sQ‡ | 6.40 de* | 6.50 c | 6.47 d |
| A-sQ | 6.80 cd | 6.80 c | 6.52 d |
| PA-sLV | 6.60 d | 4.10 e | 4.93 e |
| A-sLV | 7.10 c | 6.20 cd | 6.20 d |
| PA-sC | 7.10 c | 5.40 d | 6.50 d |
| A-sC | 6.20 e | 8.80 b | 8.63 b |
| PA-sV | 8.40 b | 6.30 cd | 7.41 c |
| A-sV | 9.20 a | 9.70 a | 10.60 a |
| DHS | 0.4949 | 0.3316 | 0.6442 |

Nota: †PA-sQ: sustrato perlita-arena con solución de Steiner, A-sQ: sustrato arena con solución de Steiner; PA-sLV: sustrato perlita-arena con solución de lixiviado de vermicomposta; A-sLV: sustrato arena con solución de lixiviado de vermicomposta; PA-sC: sustrato perlita-arena con solución de composta; A-sC: sustrato arena con solución de composta; PA-sV: sustrato perlita-arena con solución de vermicomposta; A-sV: sustrato arena con solución de vermicomposta; DHS: diferencia honesta significativa. *Letras distintas en la misma columna indican diferencias entre tratamientos, según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Elaboración propia.

Por otra parte, los resultados de las soluciones extractoras mostraron diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$), siendo la solución acuosa de acetona la que extrajo la mayor concentración de CF (10.60 mg AG equiv/g BS) de las plantas de albahaca (figura 2).

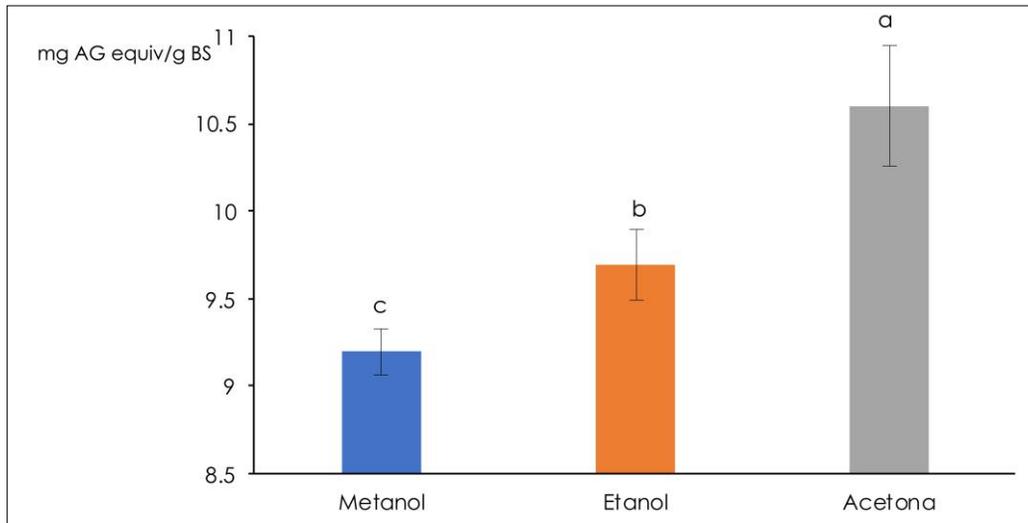


Figura 2. Gráfica de barras con nivel de significancia de contenidos de compuestos fenólicos de albahaca en el tratamiento sustrato arena con solución de vermicomposta extraídos con tres solventes. Elaboración propia.

El resultado de mayor extracción con acetona fue reportado por Boeing et al. (2014) en plantas de otras especies y frutillos rojos. El efecto de la acetona en la extracción se atribuye a la presencia de fragmentos polares y no polares que contienen los analitos (Rojas Llanes, Martínez, & Stashenko, 2014); ya que estos hacen que puedan ser extraídos por ciertas mezclas de solventes como la acetona en agua (Muñoz et al., 2015). No obstante, debido a la variedad de factores que contribuyen a la producción de compuestos fenólicos, así como a las características moleculares de los mismos y las propiedades de los solventes orgánicos, es necesario continuar efectuando ensayos para determinar el mejor solvente en diversas condiciones.

CONCLUSIONES

Los resultados demostraron que el manejo para la producción de *Ocimum basilicum* bajo condiciones de invernadero, desde la selección del sustrato hasta la elección del tipo de solución nutritiva orgánica a aplicar, permite incrementar la concentración de compuestos fenólicos totales de estas plantas. El *Ocimum* cultivado en un sustrato a base de arena y aplicaciones de soluciones nutritivas orgánicas a partir de vermicomposta, en condiciones protegidas, tiene un incremento en la concentración de sus compuestos fenólicos totales hasta 10.60 mg AG equiv/g BS. Por otra parte, la solución acuosa de acetona 50-50 (v/v) es el solvente que extrajo la mayor concentración de compuestos fenólicos de estas plantas de albahaca. Estos resultados fueron positivos para las plantas de albahaca bajo las condiciones que se propusieron en esta investigación; sin embargo, se requiere realizar más trabajos con otras plantas aromáticas, condimentarias o medicinales para probar si la

combinación del sustrato arena y la solución orgánica de vermicomposta influyen en el incremento de la concentración de compuestos fenólicos totales, como lo hicieron en la albahaca.

REFERENCIAS

- Alföldi, T., Granado, J., Kieffer, E., Kretzschmar, U., Morgner, M., Niggli, U.,... Schmidt, G. (2006). Quality and safety of organic products. *FIBL Doss*, 4, 2-24.
- Barbaro, L., & Karlanián, M. (2020). Efecto de las propiedades físicas del sustrato sobre el desarrollo de plantines florales en maceta. *Ciencia del Suelo*, 38(1), 01-11. Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v38n1/v38n1a01.pdf>
- Boeing, J., Barizão, É., e Silva, B., Montanher, P., de Cinque, V., & Visentainer, J. (2014). Evaluation of solvent effect on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacities from the berries: Application of principal component analysis. *Chemistry Central Journal*, 8(48), 08-48. doi: 10.1186/s13065-014-0048-1
- Calderón Bravo, H., Vera Céspedes, N., Zura Bravo, L., & Muñoz, L. A. (2021). Basil seeds as a novel food, source of nutrients and functional ingredients with beneficial properties: A review. *Foods*, 10(7), 1467. doi: 10.3390/foods10071467
- Gasaly, N., Riveros, K., & Gotteland, M. (2020). Phytochemicals: A new class of prebiotics. *Revista Chilena de Nutrición*, 4(2), 317-327. doi: 10.4067/S0717-75182020000200317
- González Solano, K., Rodríguez Mendoza, M., Trejo Telles, L., García Cue, J., & Sánchez Escudero, J. (2011). Efluente y té de vermicompost en la producción de hortalizas de hoja en sistema NFT. *Interciencia*, 38(12), 863-869. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33929617007>
- Houda Lezoul, N., Belkadi, M., Habibi, F., & Guillén, F. (2020). Extraction processes with several solvents on total bioactive compounds in different organs of three medicinal plants. *Molecules*, 25(20), 4672. doi: 10.3390/molecules25204672
- Jafari Khorsand, G., Morshedloo, M. R., Mumivand, H., Emami Bistgani, Z., Maggi, F., & Khademi, A. (2022). Natural diversity in phenolic components and antioxidant properties of oregano (*Origanum vulgare* L.) accessions, grown under the same conditions. *Scientific Report*, 12, 5813. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09742-4>
- Martínez Florián, P., & Roca, D. (2011). Sustratos para el cultivo sin suelo. Materiales, propiedades y manejo. En V. J. Flórez R. (Ed.), *Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo* (pp. 37-78). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia-Facultad de Agronomía. Recuperado de <https://academia.ceniflores.org/CentroDocumental/sustratos-manejo-del-clima-automatizacion-y-control-en-sistemas-de-cultivo-sin-suelo/>
- Muñoz, W., Chavez, W., Pabón, L. C., Rendón, M. R., Patricia Chaparro, M., & Otálvaro Álvarez, Á. M. (2015). Extracción de compuestos fenólicos con actividad antioxidante a partir de Champa (*Campomanesia lineatifolia*). *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 46, 38-46. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181643224027>
- Nguyen, P. M., & Niemeyer, E. D. (2008). Effects of nitrogen fertilization on the phenolic composition and antioxidant properties of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(18), 8685-8691. doi: 10.1021/jf801485u
- Prinsi, B., Morgutti, S., Negrini, N., Faoro, F., & Espen, L. (2019). Insight into composition of bioactive phenolic compounds in leaves and flowers of green and purple basil. *Plants*, 9(1), 22. doi: 10.3390/plants9010022

- Rojas Llanes, P. J., Martínez, J. R., & Stashenko, E. E. (2014). Contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de extractos de mora (*Rubus glaucus* Benth) obtenidos bajo diferentes condiciones. *Vitae*, 21(3), 218-227. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169833713007>
- Segura-Castruita, M. A., Preciado Rangel, P., González Cervantes, G., Frías Ramírez, J. E., García Legaspi, G., Orozco Vidal, J. A., & Enríquez Sánchez, M. (2008). Adición de material pomáceo a sustratos de arena para incrementar la capacidad de retención de humedad. *Interciencia*, 33(12), 923-928. Recuperado de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442008001200012
- Snezana, F. (2017). Basil (*Ocimum basilicum* L.) a source of valuable phytonutrients. *International Journal of Clinical Nutrition & Dietetics*, 3, 118. doi: 10.15344/2456
- Soto García, M., & Rosales Castro, M. (2016). Efecto del solvente y de la relación masa/solvente, sobre la extracción de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de extractos de corteza de *Pinus durangensis* y *Quercus sideroxylla*. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 18(4), 701-714. doi: 10.4067/s0718-221x2016005000061
- Taie, H. A. A., & Radwan, S. (2010). Potential activity of basil plants as a source of antioxidants and anticancer agents as affected by organic and bio-organic fertilization. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1), 119-127.
- Vázquez Vázquez, C., Ojeda Mijares, G., Fortis Hernández, M., Preciado Rangel, P., & Antonio González, J. (2015). Sustratos orgánicos en la producción de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) y su calidad fitoquímica. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(8), 1833-1844. doi: 10.29312/remexca.v6i8.499
- Yang, L., Jiang, J. G., Li, W. F., Chen, J., Wang, D. Y., & Zhu, L. (2009). Optimum extraction process of polyphenols from the bark of *Phyllanthus emblica* L. based on the response surface methodology. *Journal of Separation Science*, 32(9), 1437-1444. doi: 10.1002/jssc.200800744



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Usted es libre de Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material
La licencianta no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Atribución — Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licencianta.

NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales.

CompartirIgual — Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.