



Ingeniero agrónomo
(johnsonmora99@gmail.com)



Académico en la
Universidad Nacional
(julian.rojas.vargas@una.ac.cr)



Académico de la
Escuela de Ciencias
Agrarias de la
Universidad Nacional
(mairon.madriz.martinez@una.ac.cr)

Efecto del lombricompost en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) para favorecer la producción sostenible bajo condiciones de invernadero en Barva, Heredia

Jhonson Mora Mata
Julián Rojas Vargas
Mairon Madriz Martínez



El rábano es una planta brassicaceae originaria del este de Asia. Es un cultivo anual, de raíz gruesa, tamaño y forma variable; según la variedad, la piel es de color rojo, rosado, blanco u oscuro. Su temperatura óptima de crecimiento se encuentra entre 18-24 °C, aunque a altas temperaturas se originan sabores más picantes en sus raíces. Tiene un ciclo productivo corto que varía entre 20 y 70 días, según sea la variedad (Criollo y García, 2009).

Según el Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA, 2019), en Costa Rica la venta de rollos de rábano en el mes de agosto del año 2019 fue de 61 010 para una estimación anual de 732 120 rollos de rábano; esto equivale a un consumo de 3 660 600 rábanos al año.

El rábano según Bertsch (2009), es demandante en cosecha de 125 kg de nitrógeno por hectárea (ha^{-1}), 30 kg ha^{-1} de fósforo, 150 kg ha^{-1} de potasio, 75 kg ha^{-1} de calcio y 25 kg ha^{-1} de magnesio. Estas necesidades nutricionales en la mayoría de los casos son aplicadas principalmente por fertilizantes sintéticos que tienen influencia negativa sobre la degradación del suelo y contaminación del agua. Según

la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2016), el uso de fertilizantes en el 2015 era de 186.6 millones de toneladas y se pronosticaba que para finales del 2019 fuera de 199 millones de toneladas.

Si se utilizan métodos de producción sostenible se podrán atenuar los efectos de los fertilizantes sintéticos sobre el ambiente. Es por eso, que surge la producción ecológica como necesidad para proteger el ambiente y las diferentes especies ante los peligros de la agricultura convencional. Además, permite obtener productos sanos con mínimas cantidades de sustancias residuales durante el desarrollo del cultivo (Terry et al., 2014).

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de tres tratamientos de lombricompost sobre el desarrollo y producción del rábano (*Raphanus sativus* L.), y la retención de agua en el suelo para favorecer su producción sostenible bajo condiciones de invernadero.

La investigación se realizó en la Finca Experimental Santa Lucía (FESL),

propiedad de la Universidad Nacional (UNA), ubicada en Barva, Heredia, Costa Rica. La misma se ubica en las coordenadas 10.022246 latitud norte y -84.112144 longitud oeste, a una altitud de 1 200 m s.n.m. Presenta una precipitación promedio anual de 2 403.5 mm, con una temperatura promedio anual de 20.2 °C, una humedad relativa de 75 % y una velocidad del viento de 15.5 km/h (Instituto Meteorológico Nacional- IMN, 2019).

En el invernadero se acondicionó un espacio de 7 x 6 x 2,5 m (lado x lado x altura) que se cubrió con malla antiáfidos. Además, se instaló un sistema de riego con una descarga regulada de 6.0 L·ha⁻¹.

Los tratamientos evaluados se basaron en mezclas de suelo obtenido de la FESL, de tipo andisol (*Dystric Haplustands*) (Montes de Oca y Mata, 1996) en combinación con lombricompost en diferentes dosis (Cuadro 1). Se utilizó la lombriz californiana (*Eisenia foetida*), que tuvo como fuente de alimentación excreta bovina (boñiga) procedente del proyecto de producción de leche bovina de la FESL.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos.

Abreviatura	Tratamiento	Suelo (kg)	Lombricompost (kg)
T	Testigo	6	0
D10%	Dosis lombricompost al 10%	5.4	0.6
D15%	Dosis lombricompost al 15%	5.1	0.9
D20%	Dosis lombricompost al 20%	4.8	1.2

Al suelo y lombricompost utilizados se les realizó un análisis de composición química en el CIA de la Universidad de Costa Rica, antes de ser utilizado en los diferentes tratamientos.

Se depositaron 6 000 g de suelo en las macetas correspondientes al tratamiento testigo. El tratamiento D10% se llenó con 600 g de lombricompost y 5 400 g de suelo; el D15% con 900 g de lombricompost y 5 100 g de suelo; y el D20% con 1 200g de lombricompost y 4 800 g de suelo. Posteriormente se realizó un hoyo de 2.0 cm de profundidad en el centro de cada una de las macetas y se sembró una planta de rábano (variedad cherry belle, proveedor AgroVerde Semilleros S.A.)

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) de 4 tratamientos con 10 repeticiones por tratamiento. La unidad experimental consistió de una maceta No. 1200 de 6 kg de capacidad. Las mismas se colocaron en el suelo espaciadas a 70.0 cm entre hileras y 40.0 cm entre plantas.

Se midió la altura de las plantas y número de hojas dos veces por semana durante 5 semanas. Para el cálculo de la masa del rábano, se cosecharon al día 35 y posteriormente se pesaron los bulbos en una balanza. La masa húmeda y seca del follaje se estimó retirando el bulbo y se pesó el follaje en una balanza, posteriormente se realizó un secado en la estufa del Laboratorio de la Escuela de Química de la UNA. El secado se dio a una temperatura de 60 °C durante 48 horas para determinar el peso de la materia seca. Para la estimación de la humedad volumétrica

se realizaron evaluaciones semanales para determinar el contenido de humedad en el suelo, utilizando el instrumento llamado TDR Fieldscout 300.

Los datos se trataron mediante un análisis de varianza y separación de medias mediante el software Estadístico INFOSTAT 2019 y para separación de medias se realizó una prueba LSD FISHER y una prueba Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC).

Con respecto a la variable de altura, se puede observar en la **Figura 1** que estadísticamente en la semana 1 (días 4 y 7) y semana 2 (día 11) no hubo diferencias significativas, todos los tratamientos se comportaron igual. Las primeras diferencias estadísticas ($p < 0.05$) comenzaron en la semana 3 (día 18) en donde el tratamiento D20% se diferenció de todos los demás. En el día 21 los tres tratamientos con dosis de lombricompost se comportaron igual y se diferenciaron estadísticamente del T ($p < 0.05$). En la semana 4 (día 25 y 28) el D20% tuvo diferencias significativas ($p < 0.05$) con todos los tratamientos, los cuales se comportaron igual entre ellos. En la semana 5 (días 32 y 35) hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el tratamiento D20%, (D15%-D10%) y el T.

En el desarrollo de las plantas de rábano del día 4 al 11 no se observó ninguna diferencia entre los tratamientos, todas las plantas tenían alturas y número de hojas similares. Esto se debe a que el lombricompost estaba en proceso de incorporación y siendo asimilado por las plantas.

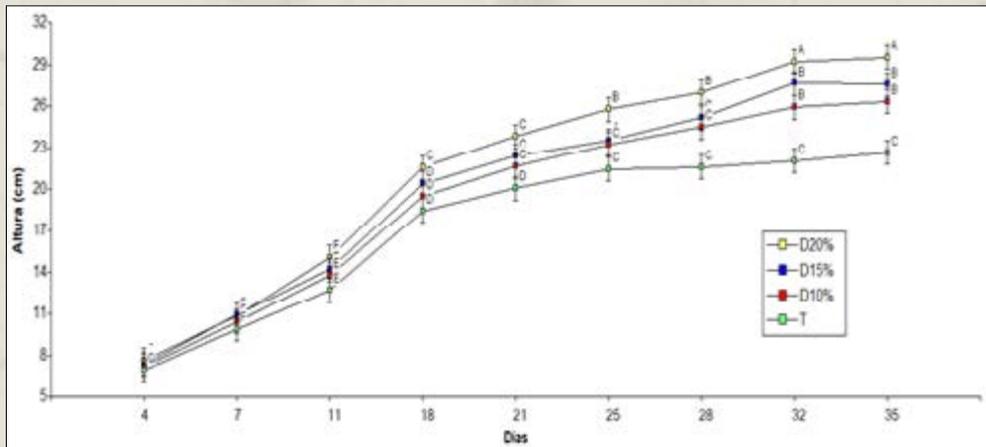


Figura 1. Crecimiento promedio (expresado en cm) en función de los días después del trasplante (DDT) de las plantas de rábano sometidas a diferentes tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos.

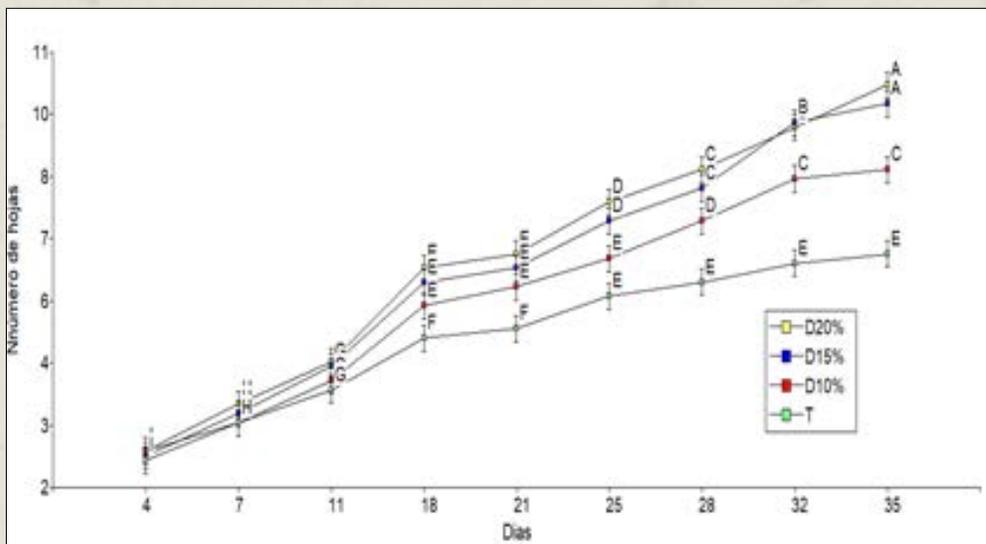


Figura 2. Producción promedio de hojas (cantidad total) de las plantas de rábano sometidas a diferentes tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos.

A partir del día 18 se comenzaron a observar las primeras diferencias tanto en altura como en número de hojas. Siendo las plantas con dosis de 20 % más altas. Las del tratamiento testigo presentaban un menor número de hojas, posiblemente debido al enriquecimiento del medio con nutrientes que aporta el lombricompost y que son fácilmente absorbidos por las plantas. Además, según Tombion et al. (2016), el lombricompost presenta partículas cuya área superficial favorece la retención de los nutrientes. También, provee micrositios aptos para la actividad de especies microbianas con comprobada aptitud para la generación de sustancias con acción promotora del crecimiento, del tipo de las auxinas, giberelinas y ácidos húmicos.

En el día 21 todos los tratamientos con dosis de lombricompost se comportaron igual y se diferenciaron del testigo. En los siguientes días mostraron comportamientos similares, siempre el tratamiento con mayor dosis se diferenciaba más rápido pero posteriormente era alcanzado. Esto demuestra que las plantas con dosis más altas de lombricompost absorben de manera más eficiente los nutrientes presentes en el medio. En el día 32 y 35 el tratamiento D20% se diferencia de todos en altura, mientras que las plantas con los tratamientos D20% y el D15% tienen el mayor número de hojas. Las plantas con el tratamiento testigo tienen menor altura y número de hojas, por lo tanto, son plantas menos desarrolladas. Esto se debe a que el lombricompost posiblemente mejoró la estructura, drenaje,

aireación, capacidad de retención de humedad del suelo, lo que influyó positivamente en el aumento de altura y número de hojas en las plantas.

Resultados similares los obtuvo Torres (2009) al desarrollar plantas con alturas mayores utilizando lombricompost en el cultivo de rábano. El autor menciona que la altura depende de la acumulación de nutrientes en el tallo que se producen durante la fotosíntesis; los cuales la planta absorbe con facilidad al aplicar vermicompost.

Como se muestra en la **Figura 3**, para la variable peso rábano hubo diferencias numéricas entre todos los tratamientos. Conforme aumentó la dosis de lombricompost aumentó el peso final del rábano. Estadísticamente hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el tratamiento T y (D10% - D15% - D20%) (Sin diferencias estadísticas entre ellos).

Para la variable peso fresco del follaje hubo diferencias numéricas entre todos los tratamientos. Conforme aumentó la dosis de lombricompost aumentó el peso fresco del follaje. Estadísticamente hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el tratamiento T y (D10% - D15% - D20%) (Sin diferencias estadísticas entre ellos).

Para la variable peso seco del follaje hubo diferencias numéricas entre todos los tratamientos. Conforme aumentó la dosis de lombricompost aumentó el peso seco del follaje. Estadísticamente hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el tratamiento T y (D10% - D15% - D20%) (Sin diferencias estadísticas entre ellos).

En cuanto a la productividad de las plantas de rábano, todos los tratamientos con lombricompost provocaron un aumento en el peso del rábano, peso seco y peso húmedo en comparación con el testigo que tuvo valores muy por debajo de las dosis.

Gómez (2011) obtuvo resultados similares en peso total de la planta y peso del rábano, siendo el lombricompost uno de los tres mejores tratamientos que evaluó. Contreras et al. (2008), muestran coincidencia en resultados favorables en el peso seco de plántulas de café al utilizar dosis de lombricompost de 20 % y 30 %.

Como se muestra en la **Figura 4** para la variable humedad volumétrica hubo diferencias numéricas entre todos los tratamientos. En las cinco semanas evaluadas el tratamiento T presentó porcentajes de humedad menores, seguido por el D10%, D15% y con los porcentajes de humedad más altos el D20%. Conforme aumentó la dosis de lombricompost aumentó la retención de humedad del sustrato.

Los datos obtenidos mostraron que desde la semana 1 los tratamientos que tenían dosis de lombricompost retuvieron más humedad en comparación al testigo.

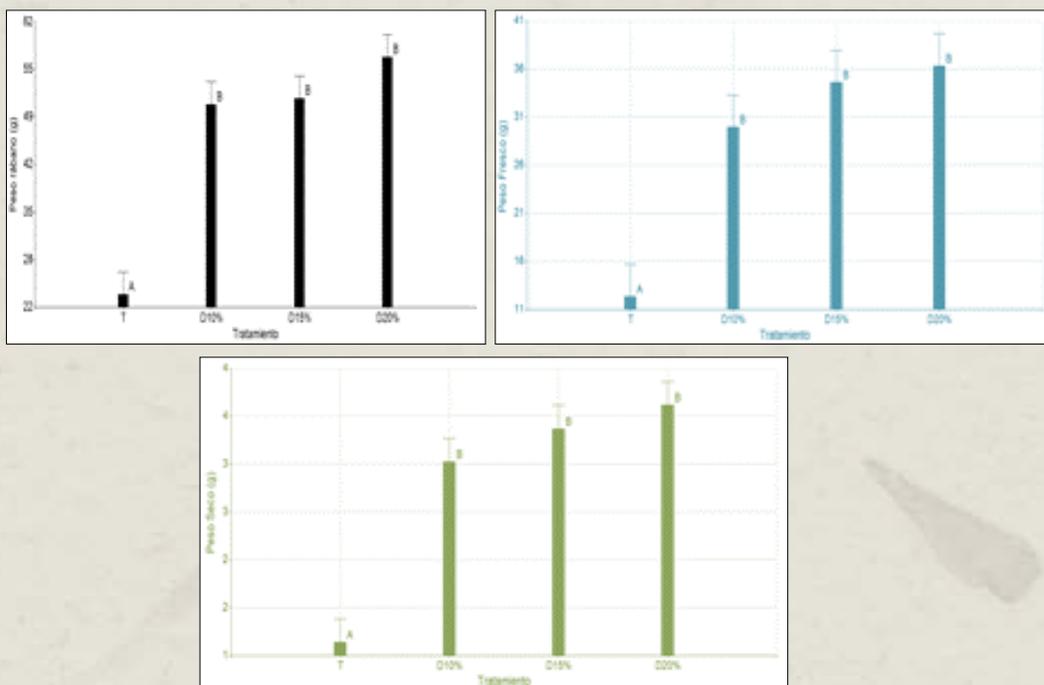


Figura 3. Masa del rábano, masa fresca y seca del follaje de los diferentes tratamientos, expresado en gramos (g). Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos.

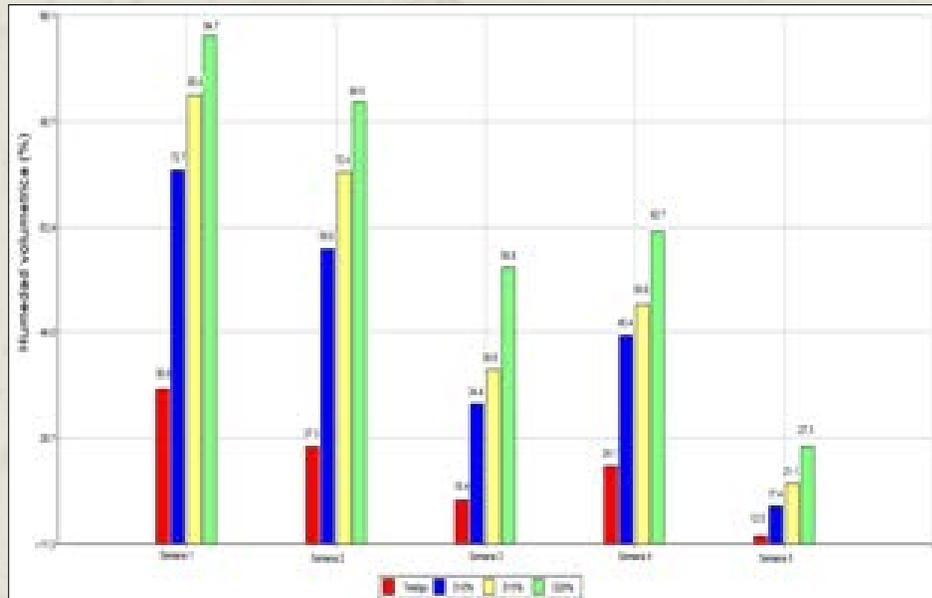


Figura 4. Porcentaje de retención de humedad de los diferentes tratamientos durante las 5 semanas, Heredia, Costa Rica, 2019.

Al aumentar la proporción de la enmienda orgánica aumentó la capacidad de retención de humedad. Esto debido a que el lombricompost posiblemente mejoró las características del suelo, tanto textura como estructura, favoreciendo así la retención de humedad. Además, según conclusiones de [Acevedo y Pire \(2007\)](#), se favorece un mayor porcentaje de microporosidad en los sustratos enmendados con lombricompost.

El aumento en la retención de humedad en los tratamientos con lombricompost se considera como una respuesta favorable, ya que permitiría disminuir la frecuencia de los riegos, y por ende la disminución de los costos en el manejo del cultivo.

Resultados similares fueron reportados por [Acevedo y Pire \(2007\)](#) quienes al adicionar dosis crecientes de

lombricompost en ornamentales lograron aumentar la retención de humedad. [Beltancourt \(2002\)](#) también encontró que el vermicompost mejoró la retención de humedad al aplicar dosis de 25% y 33%.

Los resultados presentados por [Vázquez y Loli \(2018\)](#) muestran aumentos en la retención de humedad del suelo adicionando lombricompost en un ensayo realizado con la planta de *Gypsophila paniculata*. También mencionan que la densidad aparente (D_a) de suelos con este sustrato es menor lo cual contribuye a una mayor cantidad de espacios porosos que pueden ser ocupados por agua y aire.

Las dosis de lombricompost utilizadas (10 %, 15 % y 20 %) permitieron mejor desarrollo, productividad y retención de humedad en comparación al testigo. Además, el tratamiento de lombricompost al 20 %

generó plantas con mayor altura y número de hojas en el cultivo de rábano, y se registró mayor retención de humedad, por lo que es posible aumentar la productividad y reducir el consumo de agua de forma sostenible en el cultivo de rábano utilizando el lombricompost en dosis adecuadas.

Referencias

- Acevedo, I. C., & Pire, R. (2007). Caracterización de sustratos hortícolas enmendados con lombricompost. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, 25, 1-9.
- Bertsch, F. (2009). Absorción de nutrimentos por los cultivos (multimedia). *San José, Costa Rica, ACCS*, 179.
- Betancourt, D. (2002). Efecto de diferentes sustratos sobre la emergencia y desarrollo de plantas de lechosa (*Carica papaya* L.) en condiciones de vivero. *Trabajo de grado para el título de Ingeniero Agrónomo. Mención Fitotecnia. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía*.
- Contreras, J., Acevedo, I., y Escalona, A. (2008). Efecto del vermicompost sobre el crecimiento de plántulas de café (*Coffea arabica*). *Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología*, 26, 14-21.
- Criollo, H., y García, J. (2009). Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de plantas de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 3(2), 210-222.
- FAO (2016). World fertilizer trends and Outlook to 2019. Summary reports. Rome. <http://www.fao.org/3/a-i5627e.pdf>
- Gómez, L. (2011). Evaluación del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo diferentes condiciones de fertilización orgánica e inorgánica (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México.
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional, CR.) (2019). Datos climáticos. Santa Lucía. <https://www.imn.ac.cr/mapa>
- Montes de Oca, P. & Mata, R. A. (1996). Clasificación de los suelos de la Finca Experimental Santa Lucía. *Revista de Ciencias Ambientales*, 12(1), 13-23. <https://doi.org/10.15359/rca.12-1.3>
- Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA). (2019). Boletín de precios y volúmenes precio de mayorista a minorista. CENADA. Heredia, Costa Rica. <http://www.pima.go.cr/boletin-de-precios-por-fecha/>
- Terry, E., Ruiz, J., Tejeda, T., & Escobar, R.I. (2014). Efectividad agrobiológica del producto bioactivo Pectimorf® en el cultivo del Rábano (*Raphanus sativus* L.). *Cultivos Tropicales*, 35(2), 105-111. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n2/ctr14214.pdf>
- Tombion, L., Puerta, A. V., Barbaro, L. A., Karlanian, M. A., Sangiacomo, M. A., & Garbi, M. (2016). Características del sustrato y calidad de plantines de lechuga (*Lactuca sativa* L.) según dosis de lombricompost. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 32(2), 110-116. <https://revistas.udec.cl/index.php/chjaas/article/view/308>
- Torrez, M. (2009). Evaluación del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) variedad Crimson Giant utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes "kc" y "ky", bajo riego. Finca Las Mercedes, Managua, 2009. Departamento de ingeniería agrícola, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía.
- Vázquez, J., y Loli, O. (2018). Compost y vermicompost como enmiendas en la recuperación de un suelo degradado por el manejo de *Gypsophila paniculata*. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 43-52. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.05>