

“Crece donde has sido plantado”: Crecimiento de la rúgula (*Eruca sativa* Mill) en cuatro sustratos.

Andrés Felipe Quijano¹, Lucas Botero¹ y Liliana Prada Lara²

¹Jóvenes Investigadores, Grado Octavo, Gimnasio Campestre. ²Investigadora Asociada, Centros de Estudios, Gimnasio Campestre.

Resumen

El presente estudio evaluó el impacto de cuatro sustratos (humus, coco, turba y arena) en el crecimiento de plántulas de rúgula (*Eruca sativa* Mill). Se analizaron dos variables: longitud de la planta y número de hojas, mediante mediciones semanales durante cinco semanas. Los resultados indicaron que el humus y el coco fueron los sustratos más favorables para el crecimiento, mientras que la arena no permitió el desarrollo de las plántulas, ocasionando su muerte en la primera semana. El análisis estadístico mediante la prueba de Kruskal-Wallis y el test de Dunn confirmó diferencias significativas en el crecimiento de las plántulas entre los sustratos, destacando la eficacia del humus y el coco como opciones óptimas para el autocultivo. Estos hallazgos pueden contribuir a la selección de sustratos más adecuados para la producción de rúgula en condiciones controladas.

Palabras clave: autocultivo, germinación, horticultura, análisis estadístico, sustratos alternativos.

Abstract

This study evaluated the impact of four substrates (humus, coconut fiber, peat, and sand) on the growth of *Eruca sativa* Mill seedlings. Two variables were analyzed: plant length and number of leaves, measured weekly over five weeks. The results showed that humus and coconut fiber were the most favorable substrates for plant growth, while sand did not support seedling development, leading to plant death within the first week. Statistical analysis using the Kruskal-Wallis test and Dunn's post hoc test confirmed significant differences in seedling growth among substrates, highlighting humus and coconut fiber as optimal choices for self-cultivation. These findings can contribute to selecting the most suitable substrates for controlled *Eruca sativa* production.

Key words: plant growth, germination, horticulture, statistical analysis, alternative substrates.

Introducción

En la actualidad, el consumo de alimentos transgénicos y altamente procesados ha aumentado considerablemente, convirtiéndose en una preocupación central de salud pública. Según Marti et al. (2021), estos productos se caracterizan por su facilidad de consumo, colores y texturas atractivas, además de ser accesibles y de bajo costo. No obstante, su predominio en la dieta de

muchos países ha sido asociado con el incremento de la obesidad, enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo II y otras afectaciones en la salud (Nardocci et al., 2019; Monteiro et al., 2021; Martí, 2019).

Como respuesta a esta problemática, cada vez más personas están adoptando estilos de vida más saludables, disminuyendo el consumo de carnes rojas, azúcares refinados y conservantes, mientras aumentan la ingesta de frutas, verduras orgánicas y suplementos naturales. En este contexto, el autocultivo ha cobrado relevancia, especialmente en entornos urbanos, a través de huertos caseros, jardines verticales y espacios comunitarios, como una estrategia para recuperar la soberanía alimentaria, promover la educación ambiental y mejorar la calidad de la dieta (Guillén, 2020; FAO, 2022).

El autocultivo también responde a una necesidad de sostenibilidad y economía, pues permite producir alimentos frescos sin depender completamente de los mercados industriales. Sin embargo, su implementación exitosa requiere conocimientos básicos sobre las condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas, entre ellas, la elección adecuada del sustrato, un componente esencial para el desarrollo radicular, la retención de agua y la absorción de nutrientes (Raviv & Lieth, 2008).

Entre las especies más populares para el autocultivo se encuentra la rúgula (*Eruca sativa* Mill.), ampliamente valorada en la gastronomía por su sabor distintivo y versatilidad en ensaladas, sándwiches y platos gourmet. Además, se reconoce por su alto contenido de vitamina C, antioxidantes, y propiedades medicinales como efectos antiinflamatorios, diuréticos y beneficios para la circulación sanguínea (Colorado et al., 2010; Fukalova, 2022). Su cultivo es relativamente sencillo, con un ciclo corto y bajo requerimiento de espacio, lo que la convierte en una candidata ideal para huertos urbanos. No obstante, aún no se ha determinado con precisión cuáles son los sustratos más adecuados para maximizar su rendimiento, considerando factores como disponibilidad, costo, facilidad de manejo y eficiencia en el crecimiento.

Para este estudio, se seleccionaron cuatro tipos de sustratos de uso común en el autocultivo: arena, turba, fibra de coco y humus de lombriz. La arena, aunque químicamente inerte y poco nutritiva, es accesible y fácil de drenar, lo que la convierte en una opción viable en regiones áridas o de bajos recursos (Gil & Miranda, 2007). La turba es valorada por su alta capacidad de retención de agua y materia orgánica, favoreciendo la germinación y el desarrollo inicial de muchas especies (Ortega et al., 2010; Crespo et al., 2013). La fibra de coco, un subproducto ecológico de fácil manejo, mejora la aireación del sustrato y presenta una alternativa sostenible frente a la extracción intensiva de turba (Quiñonez, 2014; Ahmad et al., 2004). Por último, el humus de lombriz es conocido por su alta fertilidad, capacidad de mejorar la estructura del suelo y rápida disponibilidad de nutrientes esenciales (Tenecela, 2012; Rodríguez-Fernández, 2017).

Bajo la premisa de que “crece donde has sido plantado”, este estudio tiene como objetivo evaluar el rendimiento del crecimiento de *Eruca sativa* Mill. en cuatro sustratos distintos (arena, turba, coco y humus), con el fin de identificar cuál de ellos favorece un desarrollo óptimo y puede ser

recomendado para el autocultivo, contribuyendo así a prácticas agrícolas más sostenibles y accesibles para la población urbana.

La pregunta de investigación que guía este estudio es: ¿qué tipo de sustrato (arena, turba, coco o humus) tiene un mayor impacto en el crecimiento de la rúgula en términos de longitud y número de hojas? Se plantea la hipótesis de que la turba será el sustrato más favorable, ya que mejora la calidad química del suelo al aportar los nutrientes necesarios para balancear el pH, promoviendo así un crecimiento eficiente de la planta. Además, su uso en la agricultura podría reducir costos de producción y fertilización.

Las hipótesis del estudio son:

Hipótesis nula (H₀): No hay diferencias significativas en el crecimiento y número de hojas de la rúgula entre los diferentes sustratos.

Hipótesis alterna (H_A): Al menos uno de los sustratos influye significativamente en el crecimiento y número de hojas de la rúgula.

Finalmente, se predice que la turba permitirá el mayor crecimiento y producción de hojas, consolidándose como la opción más adecuada para el autocultivo de rúgula en contextos urbanos.

Materiales y métodos

Sujeto de estudio. La rúgula (*Eruca sativa* Mill.) es una planta herbácea de ciclo anual que forma una roseta de hojas y presenta un tallo erecto y ramificado. Sus inflorescencias, organizadas en racimos, contienen flores hermafroditas. Según Alcázar (2016), esta especie no requiere cuidados exigentes y muestra un mejor desarrollo en suelos ricos en materia orgánica, aunque puede cultivarse en una amplia variedad de terrenos. Su crecimiento óptimo ocurre a temperaturas entre 15 y 20 °C, con una tolerancia mínima de 4 °C y máxima de 21 °C, soportando mejor las temperaturas bajas que las altas.

Además de su importancia gastronómica, la rúgula es apreciada por sus propiedades medicinales, incluyendo efectos depurativos, diuréticos, afrodisíacos y tonificantes. Su alto contenido de fibra, hierro y vitamina C la distingue entre los vegetales de hoja (Pino, 2012). Se consume tanto cruda, en ensaladas y decoración de platos, como cocida; incluso sus flores son empleadas en aderezos o como elemento decorativo. Las semillas utilizadas en este estudio fueron adquiridas en <https://agriplantdecolombia.co/>, proveedor especializado en insumos agrícolas.

Área de estudio. El experimento se llevó a cabo en el campus del Gimnasio Campestre, ubicado en la localidad de Usaquén, al nororiente de Bogotá (N 4° 44' 34.8", W 74° 1' 37.2"). Esta institución se encuentra dentro de la subcuenca del río Torca y conecta con los Cerros Orientales, formando parte de la estructura ecológica principal de la ciudad (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2017; Gómez et al., 2018). Su altitud es de 2.564 m s. n. m. y presenta un paisaje que combina zonas urbanas y naturales.

Diseño experimental. Se empleó un diseño completamente al azar, con un total de 32 plántulas distribuidas en cuatro tratamientos según el tipo de sustrato: arena, fibra de coco, humus de lombriz y turba. Cada tratamiento contó con 8 plántulas. Los sustratos utilizados fueron adquiridos de nuevo en fueron adquiridas en <https://agriplantdecolombia.co/>. Antes del trasplante, todos los sustratos fueron hidratados hasta alcanzar su capacidad de campo, asegurando una humedad inicial uniforme para evitar que el suelo absorbiera el agua directamente de las plántulas recién trasplantadas.

Las plantas fueron ubicadas en una zona del laboratorio con ventilación adecuada y exposición controlada a la luz natural indirecta. Para garantizar condiciones uniformes de iluminación, se rotaron manualmente las bandejas cada dos días, de modo que todas las plántulas recibieran la misma intensidad y duración de luz. En cuanto al riego, se estableció un protocolo semanal consistente en aplicar agua filtrada a cada unidad hasta alcanzar nuevamente su capacidad de campo. Este proceso fue estandarizado utilizando una probeta graduada, aplicando el mismo volumen de agua a cada planta (aproximadamente 100 ml).

El estudio evaluó dos variables de crecimiento: Longitud de la planta (medida en centímetros desde la base hasta el ápice con regla milimetrada) y el número de hojas (contado manualmente). Las mediciones se realizaron en cinco momentos: día 0 (6 de octubre de 2023 (trasplante)), días de medición (13, 20 y 27 de octubre, y 3 de noviembre de 2023).

En términos experimentales:

- Factor de diseño: Tipo de sustrato.
- Unidad experimental: Grupo de 8 plantas por tratamiento.
- Unidad de muestreo: Cada planta individual.
- Repeticiones: 8 plántulas por tratamiento.
- Réplicas: No se realizaron.
- Factores controlados: Exposición a la luz (mediante rotación regular de bandejas) y riego estandarizado (volumen fijo con probeta).

Análisis estadístico. El análisis de datos se realizará mediante el software PAST. Inicialmente, se evaluarán los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza para determinar el tipo de pruebas estadísticas a emplear. Si los datos cumplen con estos supuestos ($p > 0.05$), se aplicarán pruebas paramétricas para comparar los tratamientos. En caso contrario ($p \leq 0.05$), se utilizarán pruebas no paramétricas, que no requieren normalidad y reducen el riesgo de errores de interpretación. Este análisis permitirá determinar si existen diferencias significativas en el crecimiento (longitud y número de hojas) de la rúgula entre los diferentes sustratos, aportando evidencia sobre el medio de cultivo más adecuado para su autocultivo.

Resultados y discusión

Crecimiento de las plántulas en diferentes sustratos. Los resultados obtenidos muestran que el crecimiento de las plántulas de rúgula en los sustratos de coco, turba y humus fue el esperado, alcanzando longitudes medias entre 7 y 8 cm al final del experimento. En contraste, todas las

plántulas cultivadas en arena murieron tras la primera semana (Figura 1). Esto indica que los sustratos de coco, humus y turba contienen suficientes nutrientes para sostener el crecimiento y desarrollo de la planta, mientras que la arena, al ser un medio inerte y sin capacidad de retención de nutrientes, no permite su desarrollo.

Entre los sustratos estudiados, el humus favoreció el crecimiento más rápido y alto de las plántulas. Según Jacobo & Uexkull (1973), el humus activa procesos microbiológicos que mejoran la estructura del suelo, aumentando la aireación y la capacidad de retención de humedad, condiciones ideales para el desarrollo vegetal.

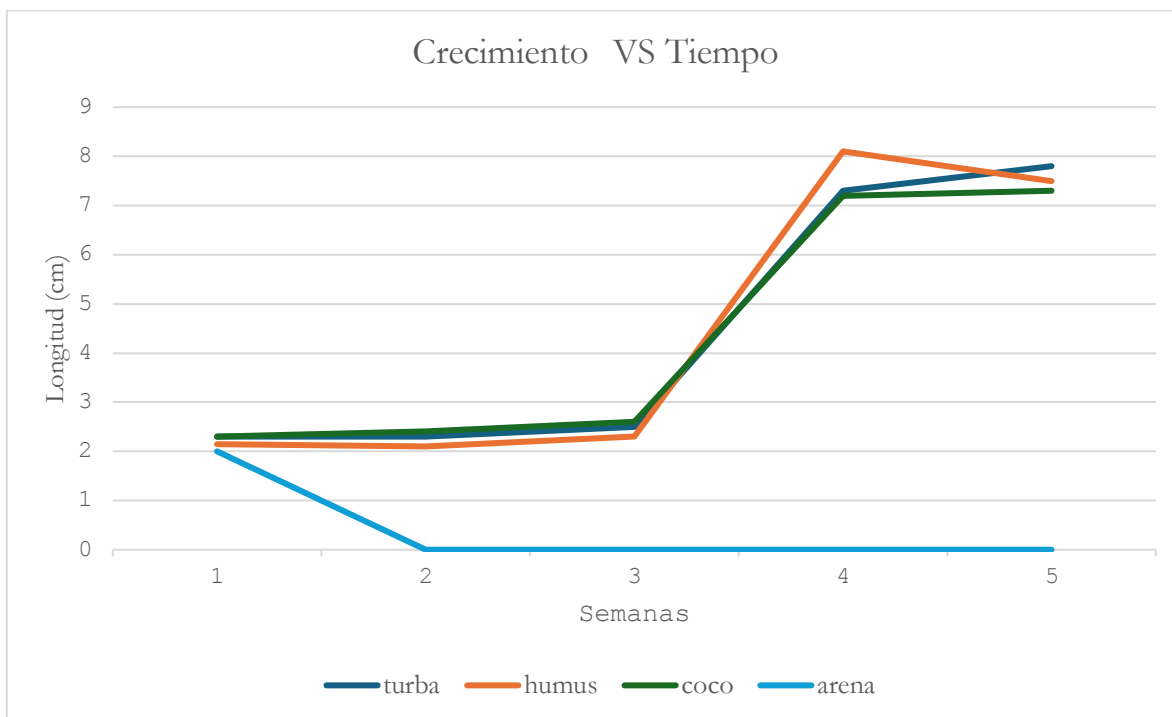


Figura 1. Crecimiento de las plántulas de rúgula en los cuatro sustratos durante cinco semanas.

Producción de hojas por plántula. En cuanto al número de hojas producidas, las plántulas cultivadas en coco y humus mostraron los valores más altos con una media de 9 hojas por planta, seguidas por las cultivadas en turba (6 hojas). Como era esperado, las plantas en arena no produjeron hojas (Figura 2). El mejor desempeño del sustrato de coco puede atribuirse a su excelente porosidad, alta retención de humedad y capacidad de drenaje, lo que permite una relación adecuada entre agua y aire en el sustrato (Crespo et al., 2012). Estas características favorecen la absorción de nutrientes y, en consecuencia, un mayor desarrollo foliar.

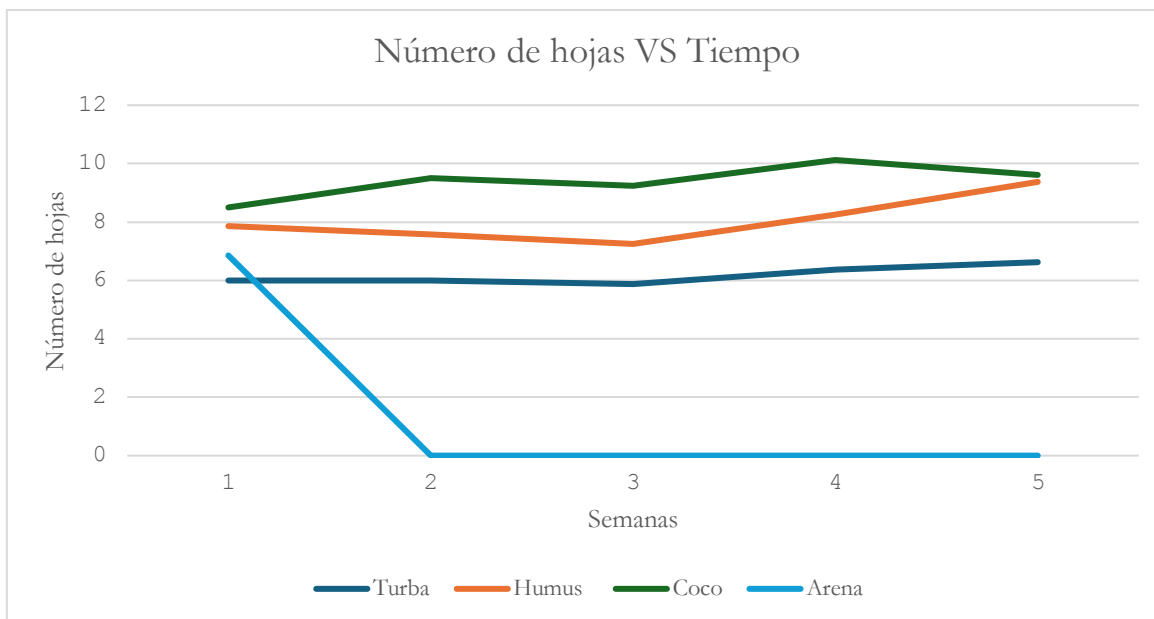


Figura 2. Número de hojas por cada sustrato en cinco semanas.

Comparación de sustratos y su impacto en el crecimiento. Los resultados de este estudio concuerdan con investigaciones previas. La turba, aunque tuvo un crecimiento inferior al del humus y coco, es ampliamente reconocida por su capacidad de absorción de agua. En cultivos de tomate, este sustrato ha mostrado efectos positivos en altura, diámetro y peso seco de las plantas (Ortega et al., 2010).

El humus, por otro lado, ha demostrado incrementar el peso fresco de las plantas debido a su riqueza en materia orgánica (Blanco, 2019). Sin embargo, su uso puede fomentar el crecimiento de plantas no deseadas en el cultivo, lo que podría requerir controles adicionales.

El sustrato de coco destaca por ser una opción renovable y abundante, con un impacto ambiental menor comparado con otros sustratos comerciales (Crespo et al., 2012). Su alta capacidad de retención de humedad sin saturarse proporciona condiciones óptimas para el crecimiento de las plántulas.

En contraste, la arena se mostró como un sustrato inadecuado para el crecimiento de la rúgula. Su falta de intercambio catiónico impide la retención y transferencia de nutrientes a la planta (Gil & Miranda, 2007), lo que resultó en el fracaso total del crecimiento. La deficiencia nutricional en este medio se tradujo en falta de desarrollo foliar y muerte prematura de las plántulas. Además, la ausencia de nutrientes afecta la formación del tallo y genera síntomas como clorosis (coloración amarilla de las hojas) y enanismo en las plantas afectadas. A diferencia de investigaciones como la de Gil & Miranda (2007), donde la arena mostró un desempeño aceptable al ser enriquecida con fertilizantes, en nuestro caso la arena fue utilizada sin aditivos para simular condiciones mínimas de recursos, evidenciando su limitación como sustrato único.

A pesar de que los resultados coinciden con estudios como los de Ortega et al. (2010) y Blanco (2019), cabe señalar que la diferencia metodológica principal radica en las condiciones ambientales. Mientras estos estudios se desarrollaron en invernaderos o climas más cálidos, nuestro experimento se llevó a cabo en un entorno urbano andino con temperaturas entre 14 y 20 °C, lo cual resalta la adaptabilidad de la rúgula en altitudes elevadas y la efectividad del humus y coco incluso fuera de condiciones óptimas.

Análisis estadístico. Los análisis estadísticos indicaron que los datos no cumplen con los supuestos de normalidad ni homogeneidad de varianzas. Por esta razón, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis, que permite comparar múltiples muestras independientes. El resultado mostró que hay diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre al menos dos de los grupos analizados (Tabla 1). Esto sugiere que el crecimiento y el número de hojas varía según el sustrato utilizado.

Tabla 1. Análisis estadístico para el número de hojas y longitud de las plántulas. Se presenta el resultado por sustrato de normalidad, homogeneidad de varianzas (Levene) y Kruskal Wallis.

Número de hojas					Longitud				
Prueba	Turba	Humus	Coco	Arena	Prueba	Turba	Humus	Coco	Arena
Normalidad (p)	0,0009	0,0006	0,0005	0,0000	Normalidad (p)	0,0001	0,0009	0,0000	0,0000
Varianzas	0,02122				Varianzas	2,30E-20			
Kruskal Wallis (p)	2,964E-17				Kruskal Wallis (p)	2,71E-15			

La prueba post hoc de Dunn reveló que existen diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en la mayoría de las comparaciones, excepto entre humus y coco ($p = 0.06414$) en la variable de número de hojas, lo que indica que estos sustratos presentan un comportamiento similar en este aspecto. En cuanto a la longitud de las plántulas, no se encontraron diferencias significativas entre turba-humus ($p = 0.7058$), turba-coco ($p = 0.9893$) y humus-coco ($p = 0.7158$). Sin embargo, la arena fue significativamente diferente de todos los demás sustratos ($p \leq 0.05$ en todas las comparaciones), lo que concuerda con la observación de que las plántulas no lograron sobrevivir en este medio.

La ausencia de diferencias significativas entre humus y coco en el número de hojas ($p = 0.06414$), y entre turba, humus y coco en la longitud de las plántulas, sugiere que, en términos prácticos, estos tres sustratos ofrecen un rendimiento comparable. Esto proporciona flexibilidad para el autocultivador, quien puede elegir entre ellos según disponibilidad y costo, sin comprometer significativamente el desarrollo de la planta.

Tabla 2. Análisis estadístico post hoc de Dunn. Las celdas sombreadas indican las comparaciones con diferencias significativas.

Número de hojas					Longitud				
Dunn's Test	Turba	Humus	Coco	Arena	Dunn's Test	Turba	Humus	Coco	Arena
Turba		0,008783	7,76E-06	7,68E-05	Turba		0,7058	0,9893	2,61E-12
Humus	0,008783		0,06414	4,88E-11	Humus	0,7058		0,7158	3,59E-11
Coco	7,76E-06	0,06414		3,59E-17	Coco	0,9893	0,7158		2,87E-12
Arena	7,68E-05	4,88E-11	3,59E-17		Arena	2,61E-12	3,59E-11	2,87E-12	

Así, los sustratos de humus y coco demostraron ser las opciones más favorables para el autocultivo de rúgula, mientras que la arena se confirmó como un medio inviable para su crecimiento. Por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_A , donde hay diferencia en el crecimiento y número de hojas de la rúgula en al menos uno de los tratamientos utilizados. Nuestra predicción no fue correcta, porque a pesar de tener un buen crecimiento en la turba, la mayor longitud y número de hojas se obtuvo con el tratamiento de humus y coco, siendo las opciones óptimas y adecuadas para usar en el autocultivo.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que el tipo de sustrato influye significativamente en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de rúgula. Se evidenció que el humus y el coco fueron los sustratos más eficientes para el desarrollo de las plantas, presentando las mayores longitudes y el mayor número de hojas, mientras que la turba mostró un crecimiento adecuado, aunque en menor proporción. En contraste, las plántulas cultivadas en arena no lograron sobrevivir más allá de la primera semana, confirmando su baja capacidad para aportar los nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal.

Estas conclusiones responden directamente a la pregunta de investigación: el humus y el coco son los sustratos que más favorecen el desarrollo de la rúgula en condiciones de autocultivo urbano. Los resultados tienen importantes implicaciones para iniciativas de agricultura urbana: tanto en huertos caseros como en producciones más extensivas dentro de la ciudad. El humus y el coco representan opciones viables, sostenibles y de bajo impacto ambiental, accesibles para diversos tipos de cultivadores.

El análisis estadístico confirmó diferencias significativas en las variables evaluadas, destacando la superioridad de los sustratos orgánicos (humus, coco y turba) sobre la arena. En particular, el humus favoreció un crecimiento más rápido, probablemente debido a su capacidad para mejorar la estructura del suelo y retener humedad, mientras que el coco proporcionó condiciones óptimas para la producción de hojas, gracias a su alta porosidad y retención de agua sin saturación.

Estos hallazgos tienen implicaciones para la elección de sustratos en el cultivo de rúcula, sugiriendo que el humus y el coco son alternativas viables y sostenibles para la producción en entornos controlados o en autocultivo. Se recomienda realizar estudios complementarios que evalúen la combinación de sustratos y su impacto en otras variables fisiológicas de la planta como como biomasa aérea, índice de clorofila, o contenido nutricional (nitratos, vitamina C), así como explorar combinaciones específicas de estos sustratos (ej. coco-humus o turba-humus), y la posible presencia de efectos a largo plazo en la productividad.

Referencias

Alcaldía Mayor de Bogotá (2017). Plan Local de Arborización Urbana 2017-2020. Localidad de Usaquén, pp 51.

Alcazar, A (2016). Producción asociada de rúcula *Eruca sativa* Mill. y berro *Nasturtium officinale* bajo diferentes densidades de trasplante en ambiente protegido. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

Ahmad, A., Mohd Razi, I., Mohd Khanif, Y., Marziah, M., & Shaharuddin, M. (2004). Physical and chemical properties of coconut coir dust and oil palm empty fruit bunch and the growth of hybrid heat tolerant cauliflower plant. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 27(2), 121–134.

Blanco, W (2019). Determinación del efecto del humus de lombriz en el cultivo de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) en la estación experimental Patacamaya. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* 6(2), pp. 60-65.

Colorado, F., Rodríguez, D., & Cortés, J (2010). Análisis de crecimiento de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) en la Sabana de Bogotá bajos dos condiciones ambientales. *U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica* 13(1), pp. 105-113.

Crespo, C., Chulim, C., Villa, S., Montoya, B., Bermúdez, R. & López, J (2012). Sustratos en la horticultura. Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit. Nayarit, México.

Crespo, C., Can-Chulim, A., Sandoval-Villa, M., Bugarín-Montoya, R., Robles-Bermúdez, A., & Juárez-López, P. (2013). Sustratos en la horticultura. *Revista Bio Ciencias*, 2(2), 17-26.

FAO. (2022). The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc0639en>

Fukalova Fukalova, T. (2022). Caracterización nutricional y aromática de especies infravaloradas de hoja comestible [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València]. RiuNet Repositorio Institucional UPV.

Gil, A. & Miranda, D (2007). Efecto de cinco sustratos sobre índices de crecimiento de plantas de papaya (*Carica papaya* L.) bajo invernadero. *Revista Colombiana de ciencias hortícolas* 1 (2), pp. 142-153.

Gómez, M., Delgado, C., & Flórez, L (2018). Servicios ambientales y potencial ecológico del arbolado urbano de un Colegio al Norte de Bogotá-Colombia. *El Astrolabio* 17(1), pp.76-92.

Guillen, G (2020). Sembrando en las lindes. Aproximación al análisis de las relaciones entre autocultivo y autoconstrucción en la Barcelona del s. XX. *Universitat Politècnica de Catalunya*, 21 pp.

Jacobo, A. & Uexküll, H (1973). Nutrición y abono de los cultivos tropicales y subtropicales. Cuarta edición. *Ecoamericanas*. 626 p.

Marti, A (2019). Ultra-Processed Foods Are Not "Real Food"but Really Affect Your Health. *Nutrients* 11(1902), pp. 10-2.

Marti, A., Calvo, C & Martínez, A (2021). Consumo de alimentos ultraprocesados y obesidad: una revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria* 38(1), pp. 177-185.

Monteiro, C. A., Cannon, G., Lawrence, M., Costa Louzada, M. L., & Pereira Machado, P. (2021). Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. *FAO*. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb9064en>

Nardocci, M., Leclerc, B., Louzada, M., Monteiro, C., Batal, M. & Moubarac, J (2019). Consumption of ultra-processed foods and obesity in Canada. *Canada Journal of Public Health* 110, pp. 4-14.

Ortega, L., Sánchez, J., Díaz, R., & Ocampo, J (2010). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* MILL). *Ximhai*, 6(3), pp. 365-372.

Pino, M (2012). El cultivo de rúcula. *Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Contacto Rural* 1, pp 10-11.

Quiñonez, M (2014). Uso de la fibra de coco como sustrato en la producción de tomate. *Guatemala: s.n.*

Raviv, M., & Lieth, J. H. (2008). *Soilless Culture: Theory and Practice*. Elsevier.

Rodríguez-Fernández, P. A. (2017). Impacto del lixiviado de humus de lombriz sobre el crecimiento y productividad del cultivo de habichuela (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Ciencia en su PC*, (2), 44-58.

Tenecela, Y (201). Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador. 113 p.