

**Evaluación del biochar en suelos arenosos
y su efecto en el cultivo semihidroponico
de albahaca (*ocimum basilicum*)**

*Raúl Alejandro Ortiz Lizárraga*²¹

*Ricardo Salomón Torres*²²

*Yohandri Ruisanchez Ortega*²³

*Laura Samaniego Sandoval*²⁴

*Fidel Núñez Ramírez*²⁵

DOI: <https://doi.org/10.61728/AE26000220>



²¹ Universidad Estatal de Sonora, Km. 6.5 Carretera San Luis Río Colorado - Sonoyta, raulizarr@gmail.com.

²² Universidad Estatal de Sonora, Km. 6.5 Carretera San Luis Río Colorado - Sonoyta.

²³ Universidad Estatal de Sonora, Km. 6.5 Carretera San Luis Río Colorado - Sonoyta.

²⁴ Universidad Estatal de Sonora, Km. 6.5 Carretera San Luis Río Colorado - Sonoyta.

²⁵ Instituto de Ciencias Agrícolas UABC, Carretera a Delta Ejido Nuevo León, Baja California.

Resumen

La incorporación de biochar (BC) en suelos áridos constituye una estrategia para optimizar propiedades físicas y químicas, favoreciendo la eficiencia en el uso del agua en ambientes desérticos. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del BC sobre arena proveniente del desierto de Altar, mediante la caracterización de parámetros físicos (retención de agua, estabilidad de agregados, porosidad y tensión matricial) y químicos (CIC, CE y pH). Las determinaciones de retención de agua, estabilidad de agregados, porosidad y CIC se realizaron en un laboratorio especializado externo, mientras que las mediciones de CE y pH se efectuaron en el laboratorio de suelos de la Universidad Estatal de Sonora. Posteriormente, se aplicaron análisis estadísticos para cuantificar la variación inducida por el BC en los tratamientos: T0 = 0 t ha⁻¹, T1 = 20 t ha⁻¹, T2 = 40 t ha⁻¹ y T3 = 60 t ha⁻¹. Adicionalmente, se analizó la correlación entre la incorporación de BC y la productividad vegetal. Para ello, se estableció un sistema hidropónico experimental con el fin de evaluar el impacto del suelo enriquecido con BC sobre el crecimiento y rendimiento de albahaca (*Ocimum basilicum* L.).

Introducción

El biochar (BC) es un material carbonoso obtenido a partir de residuos vegetales o animales sometidos a procesos de pirólisis, en los cuales la materia orgánica se descompone mediante calentamiento en condiciones anaerobias (Britannica, 2025). Las propiedades fisicoquímicas del BC dependen principalmente del tipo de biomasa utilizada y de las condiciones de producción (Han et al., 2013; Ronsse et al., 2013).

En agricultura, el BC se emplea como enmienda del suelo, ya que puede incrementar la disponibilidad de nutrientes y mejorar las condi-

ciones edáficas (Clough, 2010). La presente investigación tiene como objetivo evaluar la efectividad del biochar pulverizado de mezquite como mejorador de suelos arenosos en San Luis Río Colorado, Sonora. Se pretende determinar el grado de influencia y las proporciones óptimas de BC sobre las propiedades físicas del suelo, particularmente aquellas relacionadas con la capacidad de retención de agua.

Asimismo, se busca establecer la correlación entre las modificaciones edáficas inducidas por el BC y su efecto sobre el desarrollo de un cultivo, en este caso albahaca (*Ocimum basilicum* L.). Cabe destacar que en la región agrícola donde se desarrolla este estudio no existen antecedentes que relacionen el uso de BC como mejorador de sustratos.

Antecedentes del uso de biochar como mejorador de suelos

El interés por el BC como enmienda edáfica se intensificó tras el descubrimiento de suelos amazónicos con alto contenido de carbono de origen antropogénico, conocidos como terra preta de índio, los cuales presentan elevada fertilidad y productividad agrícola (Levy y Mamedov, 2002). Desde entonces, múltiples investigaciones han documentado los efectos del BC sobre las propiedades físicas y químicas del suelo.

Entre los beneficios más relevantes se encuentra la mejora en la retención de agua, atribuida a dos mecanismos: efecto directo, relacionado con la alta superficie específica y la abundancia de poros residuales que favorecen la retención capilar; y efecto indirecto, asociado a la mejora en la agregación y estructura del suelo, lo que incrementa su capacidad de almacenamiento hídrico (Batista et al., 2018).

Debido a estas características, se han realizado numerosos estudios en suelos arenosos (arenosoles) para incrementar su eficiencia en la producción agrícola. Los resultados reportan incrementos significativos en el rendimiento de diversos cultivos: 150 % en maíz (Uzoma et al., 2011), 96 % en rábano (Chan et al., 2008) y 64 % en tomate cherry (Hossain et al., 2010).

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en el invernadero de los campos experimentales de la carrera de Ingeniería en Horticultura de la Universidad Estatal de Sonora (UES), Unidad Académica San Luis Río Colorado (32.458382764250175, -114.70443764071534). Las condiciones climáticas de la región corresponden a la clasificación BWh del sistema Köppen, lo que indica un clima desértico cálido, con temperatura media anual superior a 18 °C y precipitación anual menor a 250 mm.

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y diez repeticiones, los cuales consistieron en: T0 = 0 t ha⁻¹, T1 = 20 t ha⁻¹, T2 = 40 t ha⁻¹ y T3 = 60 t ha⁻¹. Las unidades experimentales se dispusieron en dos hileras lineales, cada una conformada por 20 bolsas de cultivo de 30 L. Cada bolsa representó una unidad experimental independiente. La asignación de los tratamientos se realizó en bloques de cinco bolsas consecutivas por tratamiento, garantizando una distribución homogénea y controlada dentro del invernadero. Sobre las bolsas se estableció el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum*), variedad hoja ancha.

Preparación de las bolsas

Se procedió inicialmente con la recolección de arena clasificada como Arenosol, acumulada en el muro ubicado en la esquina sureste de la Unidad Académica, donde, tras años sin perturbación ni contaminación, se formó una duna natural (coordenadas: 32.455759085815224, -114.70906992170373).

La arena recolectada se colocó en bolsas de cultivo elaboradas con fieltro de poliuretano, con el propósito de establecer la proporción de llenado adecuada y facilitar su traslado al invernadero. Una vez en el invernadero, el contenido de cada bolsa se vació en una carretilla, donde se incorporó la dosis correspondiente de biochar pulverizado equivalente a 20, 40 y 60 t ha⁻¹. Posteriormente, se mezcló cuidadosamente hasta obtener una textura homogénea. Finalmente, la mezcla preparada se devolvió a las bolsas de fieltro y se dispuso en su posición definitiva dentro del área experimental.

Una vez preparadas las bolsas con el sustrato, se procedió a la instalación del sistema de riego. Este consistió en dos líneas principales de manguera de poliuretano de 20 mm de diámetro, perforadas cada 60 cm para la colocación de goteros con capacidad de descarga de 8 L h⁻¹. A cada gotero se acopló una manguera secundaria de poliuretano de 3 mm, en cuyo extremo se insertó un gotero tipo aguja. Dicho gotero se introdujo directamente en el sustrato de cada bolsa, permitiendo la irrigación localizada de las unidades experimentales.

Producción de la plántula

Las plántulas se produjeron en charolas germinadoras utilizando un sustrato compuesto por peat moss, vermiculita y perlita en proporciones homogéneas. En cada cavidad de 22 mm × 22 mm se sembraron dos semillas de albahaca (*Ocimum basilicum* L.).

Una vez preparado el sustrato experimental y el sistema de riego, el 27 de noviembre de 2025 se realizó el trasplante, colocando una plántula en el centro de cada bolsa de cultivo. Cada unidad experimental se irrigó mediante un gotero individual, cuya posición se rotó semanalmente para garantizar una distribución uniforme del agua en el sustrato.

Indicadores de fertilidad del suelo

El análisis de las características de fertilidad del suelo se realizó mediante la recolección de muestras únicas por tratamiento. Estas muestras fueron enviadas al laboratorio de análisis de suelos del Centro de Capacitación, Investigación e Innovación Agropecuaria y Agroalimentaria (C.C.I.I.A.A.), donde se efectuó un estudio integral de fertilidad. El análisis incluyó la determinación de los siguientes parámetros: pH, contenido de materia orgánica, concentración de nitrógeno inorgánico, fósforo disponible, potasio asimilable y contenido de boro. El muestreo y análisis se realizaron cada cuatro meses, con el objetivo de generar una base de datos robusta que permitiera evaluar la evolución de las propiedades químicas del suelo a lo largo del tiempo.

Indicadores medidos sobre la bolsa semihidroponia

Con el objetivo de monitorear los posibles cambios en las condiciones del sustrato, se realizaron mediciones diarias durante el periodo comprendido entre marzo y junio en la totalidad de las unidades experimentales (40 bolsas). Para ello se empleó una sonda multiparamétrica para suelos (marca Zunate), la cual permitió determinar los siguientes parámetros: pH, contenido de humedad (%) y conductividad eléctrica (CE) expresada en decisiemens por metro (dS m^{-1}).

Se realizó un monitoreo diario de la tensión matricial del sustrato mediante cuatro sondas WATERMARK (PN: 200SS) instaladas de forma permanente en unidades representativas de cada tratamiento. Las lecturas se obtuvieron utilizando un medidor digital WATERMARK, el cual reporta los valores en centibares (cb) y kilopascales (kPa). Los datos registrados se organizaron en tablas para su posterior análisis y representación gráfica, con el fin de evaluar de manera longitudinal los efectos del biochar sobre la dinámica hídrica del sustrato.

Resultados esperados

Con base en la bibliografía consultada, se anticipan los siguientes resultados. De acuerdo con el estudio de Al-Mishyikh (2023), se espera que la incorporación de biochar incremente significativamente la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio en el sustrato, debido a su elevada capacidad para adsorber y retener nutrientes.

Asimismo, en concordancia con los hallazgos de Baiamonte et al. (2019), se prevé una mejora sustancial en las propiedades físicas del suelo, particularmente en la estabilidad de agregados, porosidad, retención de humedad y agua disponible para la planta.

En función de estos antecedentes, se considera que se cumplirá la hipótesis planteada en esta investigación, demostrando que la adición de biochar al suelo arenoso lo convierte en un sustrato más eficiente y viable para la producción de hortalizas.

Referencias

- 1Al-Mishyikh, S. H., & Jarallah, A. K. (2023). Effect of Biochar and Bentonite Application in Availability and Uptake of N, P and K for Faba Bean in Desert Soil. *Iraqi Journal of Desert Studies*, 13(1).
- Baiamonte, G., Crescimanno, G., Parrino, F., & De Pasquale, C. (2019). Effect of biochar on the physical and structural properties of a sandy soil. *Catena*, 175, 294-303.
- Batista, E.M.C.C., Shultz, J., Matos, T.T.S. et al. (2018). Effect of surface and porosity of biochar on water holding capacity aiming indirectly at preservation of the Amazon biome. *Sci Rep* 8, 10677. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28794-z>
- Chan, K. Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., & Joseph, S. (2008). Using poultry litter biochars as soil amendments. *Soil Research*, 46(5), 437-444.
- Han, Y., Boateng, A. A., Qi, P. X., Lima, I. M., & Chang, J. (2013). Heavy metal and phenol adsorptive properties of biochars from pyrolyzed switchgrass and woody biomass in correlation with surface properties. *Journal of Environmental Management*, 118, 196–204.
- Hossain, M. K., Strezov, V., Chan, K. Y., & Nelson, P. F. (2010). Agromonic properties of wastewater sludge biochar and bioavailability of metals in production of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Chemosphere*, 78(9), 1167-1171.
- Levy, G. J., & Mamedov, A. I. (2002). High-energy-moisture-characteristic aggregate stability as a predictor for seal formation. *Soil Science Society of America Journal*, 66(5), 1603-1609.
- 1Ronsse, F., van Hecke, S., Dickinson, D., & Prins, W. (2013). Production and characterization of slow pyrolysis biochar: Influence of feedstock type and pyrolysis conditions. *Global Change Biology Bioenergy*, 5(2), 104–115.
- Clough, T. J., Condron, L. M. (2010). Biochar and the nitrogen cycle: introduction. *J. Environ. Qual.* 39, 1218–1223, <https://doi.org/10.2134/jeq2010.0204>.
12. Uzoma, K. C., Inoue, M., Andry, H., Fujimaki, H., Zahoor, A., & Nishihara, E. (2011). *Effect of cow manure biochar on maize productivity under sandy soil condition*. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2884747>

