

Producción de *biochar* a partir de residuos de *Agave salmiana*

Rosa Icela Beltrán-Hernández, Carlos Alexander Lucho-Constantino y Jesús Alberto Martínez-Ortiz*

Área Académica de Química, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.

* Autor de correspondencia: alberto.martinez09@hotmail.es

Desarrollo Sustentable (Agricultura Sustentable).

Palabras clave: biomasa; pirólisis; gasificador; mejorador de suelo.

Introducción. El *biochar* es un material sólido producido por la pirólisis de la biomasa en un sistema cerrado, con niveles de oxígeno menores a 0.5% y a temperaturas relativamente bajas, entre 350 y 600 °C (Righi et al., 2016). Se caracteriza por su gran área de superficie específica, alto contenido de carbono estable (del 50% al 93%), estructura porosa, grupos funcionales de superficie y alto contenido mineral, que lo hacen un buen mejorador de suelos. El presente trabajo se enfocó en la producción y caracterización de *biochar* producido a partir residuos de *Agave salmiana*, empleando un gasificador de fácil construcción y operación.

Materiales y Métodos. Para la producción de *biochar*, se construyó un gasificador de biomasa del tipo *Top-Lit Up-Draft* (TLUD). Se usó como materia prima, pencas resultantes de la poda de agaves, las cuales se cortaron en trozos de aproximadamente 10 – 15 cm de largo y de 3 a 5 cm en los lados de la base. Para determinar la mejor manera de acondicionar la biomasa, los trozos de agave se secaron de dos maneras: i) 5,383 g se secaron al sol durante 10 días (ASS, experimento 1) y ii) 4,075 g se secaron en horno, a 105 °C durante 24 horas (ASH, experimento 2). Posteriormente, se gasificaron por separado 1983 g de ASS y 1,120 g de ASH, para lo cual se colocó la biomasa en el gasificador y sobre ella encendió una astilla de madera a la que se le prendió fuego para iniciar la combustión, enseguida se colocó la corona sobre el cuerpo del gasificador y una vez concluida la gasificación se retiró la corona y en su lugar se colocó la tapa, para evitar la entrada de aire secundario; luego se trasladó el gasificador a una fosa de lodo previamente elaborada, de manera que quedó sellado el fondo para evitar la entrada de aire primario y así detener la combustión. Se dejó enfriar el gasificador por al menos 1 hora, y luego se retiró el *biochar* y se procedió a su caracterización realizando las determinaciones que se muestran en la Tabla 1.

Resultados. El gasificador construido se muestra en la Figura 1, el cual funcionó adecuadamente para gasificar la biomasa de agave. En el experimento 1, con el ASS se obtuvieron 938 g de *biochar* con un rendimiento de 13.6% y una temperatura máxima de 510 °C a los 25 minutos, mientras que en el experimento 2, con ASH se produjeron 478 g, de *biochar* con un rendimiento de 11.73% y una temperatura máxima de 493 °C alcanzada a los 15 minutos. El secado al sol dejó la biomasa con un contenido de humedad mayor y menos homogéneo, lo que explica el mayor rendimiento de *biochar* con el ASS. Por otra parte, esta humedad dificultó el control de la gasificación y alargó el tiempo de la misma. Sin embargo, las características de los *biochars* obtenidos a partir de ASS y ASH fueron muy similares, entre las que resaltan el pH fuertemente alcalino, elevado poder alcalinizante, así como alta capacidad de retención de agua y de intercambio catiónico, como se muestra en la Tabla 1. El *biochar* de maguey presentó características muy similares al *biochar* de madera reportado por Lee et al. (2013) y al de bambú, usado por Cruz-Méndez et al. (2021); este último fue usado con éxito como mejorador en un suelo semiárido del estado de Hidalgo. Con base en lo anterior, es de esperar que el *biochar* de maguey tenga un desempeño similar al de bambú en suelos con esas características.

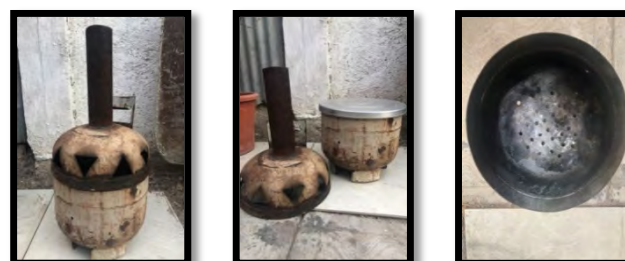


Fig. 1. Imágenes del gasificador completo (derecha), corona con la chimenea y cuerpo con la tapa (centro) y fondo del gasificador TLUD (izquierda).

Tabla 1. Caracterización del *biochar*.

Determinación	Resultados	Método
Humedad (%)	4.8 ± 0.18	Método gravimétrico
Cenizas (%)	46.1 ± 0.13	(IBI, 2015)
pH	12.4 ± 0.25	Método AS-02*
Capacidad de Retención de Agua (%)	77.2 ± 0.21	(Cruz-Méndez, 2021)
Densidad aparente (g/mL)	0.17 ± 0.0	Método AS-3*
Densidad real (g/mL)	0.65 ± 0.04	Método AS-4*
Fósforo (mg/kg)	16.3 ± 0.2	Método AS-11*
Poder alcalinizante (%CaO)	17.9 ± 0.57	(IBI, 2015)
CaCO ₃ (%CaCO ₃)	17.2 ± 0.05	Método AS-20*
Tamaño de partícula	28.8% < 0.6mm	(IBI, 2015)
Nitrógeno orgánico (mg kg ⁻¹)	4173 ± 195.3	(IBI, 2015)
Capacidad de Intercambio Catiónico (cmol ⁺ kg ⁻¹)	32.5 ± 1.25	(IBI, 2015)
Carbono total (%)	33.28	(IBI, 2015)
Carbono orgánico (%)	29.71	(IBI, 2015)
Carbono inorgánico (%)	3.57	(IBI, 2015)
Poder calorífico (Mj/kg)	13.8	(Ruyter, 1982)

*(SEMARNA, 2002)

Conclusiones. El gasificador construido es un dispositivo sencillo que permitió gasificar eficazmente la biomasa de agave. El *biochar* obtenido presenta características que lo hacen útil como mejorador de suelos semiáridos. La producción de *biochar* representa un opción para la valoración de los residuos de la poda de los magueyes.

Bibliografía.

- Cruz-Méndez, A.S.; Ortega-Ramírez, E.; Lucho-Constantino, C.A.; Arce-Cervantes, O.; Vázquez-Rodríguez, G.A.; Coronel-Olivares, C.; Beltrán-Hernández, R.I. (2021) Bamboo Biochar and a Nopal-Based Biofertilizer as Improvers of Alkaline Soils with Low Buffer Capacity. *Appl. Sci.*, 11, 6502. <https://doi.org/10.3390/app11146502>.
- IBI (2015) *Standardized product definition and product testing guidelines for biochar that is used in soil*. International Biochar Initiative
- Lee, Y., Park, J., Ryu, C., Gang, K. S., Yang, W., Park, Y.-K., . . . Hyun, S. J. B. t. (2013). Comparison of biochar properties from biomass residues produced by slow pyrolysis at 500 °C. *Biores. Tech.* 148, 196-201.
- SEMARNAT (2002). NOM-021-SEMARNAT-2000 Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis SEMARNAT. Mexico City, Diario Oficial de la Federación.
- Righi, S., Bandini, V., Marazza, D., Baioli, F., Torri, C., & Contin, A. J. B. t. (2016). Life Cycle Assessment of high ligno-cellulosic biomass pyrolysis coupled with anaerobic digestion. *Biores. Tech.* 212, 245-253.
- Ruyter, H. P. J. F. (1982). Coalification model. *Fuel*. 61(12), 1182-1187.