



09

Elaboracion de biocarbón obtenido a partir de la cáscara del cacao y raquis del banano

Elaboration of biocarbon obtained from the husk of cacao and the rachis of banana

Javier Marín Armijos¹
Dr. C. Rigoberto Miguel García Batista¹
E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec
Dr. C. Salomón Barrezueta-Unda¹
¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Marín Armijos, J., García Batista, R. M., & Barrezueta-Unda, S. (2018). Elaboración de biocarbón obtenido a partir de la cáscara del cacao y raquis del banano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(3), 75-81. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

RESUMEN

La disposición de los residuos orgánicos obtenidos de las cosechas como el raquis del banano y la cáscara de la mazorca del cacao, no son gestionados de forma eficiente, planteando esta investigación la posibilidad de utilizar estos desechos como abonos mediante la fabricación de biocarbón por pirolisis. Motivo por el objetivo de la investigación fue diseñar un horno para producir biocarbon, basados en el proceso de pirolisis, utilizando al raquis del banano y cáscara del cacao previamente secos como materia prima de fácil acceso y abundante en la provincia de El Oro (Ecuador), lugar donde se llevó a cabo el trabajo. Los resultados indican que el proceso es factible mostrando una mejor homogenización del producto en cuanto a su incineración al biocarbón obtenido de la cáscara del cacao.

Palabras clave:

Residuos de cosecha, pirolisis, calcinación.

ABSTRACT

The disposal of organic residues obtained from crops such as the rachis of bananas and the husk of the cob of cocoa are not efficiently managed, and this research proposes the possibility of using these wastes as fertilizers through the manufacture of bio char by pyrolysis. Reason for the objective of the research was to design an oven to produce bio char, based on the process of pyrolysis, using the rachis of banana and cocoa husk previously dried as raw material of easy access and abundant in the province of El Oro (Ecuador), place where the work was carried out. The results indicate that the process is feasible showing a better homogenization of the product in terms of its incineration to the bio char obtained from the cocoa husk.

Keywords:

Crop residues, pyrolysis, calcination.

INTRODUCCION

El incorporar tierras de bosques a los sistemas agrícolas y las acciones antrópicas como el uso indiscriminado de pesticidas, la compactación y erosión del suelo son amenazas para la sostenibilidad de la agricultura en todo el mundo. En este marco, la propuesta el uso de los desechos de las cosechas para producir abonos como una opción para mejorar la fertilidad del suelo, la restauración de tierras degradadas y la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la agricultura (Zhang, et al., 2016) cada día toma más fuerza.

Entre las técnicas para fabricar abonos de origen vegetal, está el carbón vegetal también denominado biocarbon, carbono negro, carbonizado de carbón, coque, hollín o biochar (Spokas, et al., 2012) improve soil carbon sequestration, increase agronomic productivity, and enter into future carbon trading markets. However, scientific and economic technicalities may limit the ability of biochar to consistently deliver on these expectations. Past research has demonstrated that biochar is part of the black carbon continuum with variable properties due to the net result of production (e.g., feedstock and pyrolysis conditions, este último término lo propone Peter Read, (Universidad Massey, Nueva Zelanda) en el año 2005 para describir el resultado de la pirolisis del carbono (C) en ausencia de oxígeno (O), obteniendo un producto que mejora las condiciones del suelo (Barrow, 2012)aid sustainable production and reduce contamination of streams and groundwater. This study reviews biochar potential and problems and argues for adequate research before hasty application leads to environmental and socio-economic damage and discourages application. There is also a need for broad overview because research is conducted by a diversity of specialist fields including soil chemistry, archaeology, farming extension and so forth. Research on biochar-rich Amazonian dark earths may help identify the best raw materials (feedstock. Aunque esta técnica no es nueva debido que la utilizaron en tierras brasileñas las comunidades nativas antes de la época colonial, a la que denominaron terras petras (tierra negra), despertando un gran interés desde el año 2007 al 2014, tiempo en que se publicaron más de 800 artículos en revistas de alto impacto (Novotny, Branco de Freitas, Carvalho & Madari, 2015). El foco de este creciente interés es por la capacidad que tiene el biocarbón para el secuestro de C y la mitigación del cambio climático; así como, mejorar fertilidad, la retención de agua y coadyuva a la remediación del suelo (Novotny, et al., 2015).

En este aspecto, aprovechar los residuos de cosechas de cultivos de importancia económica como el banano y el cacao en Ecuador, los cuales son de fácil acceso, se propician beneficios económicos y ambientales. Aunque, la mayoría de los estudios utilizan la madera y los residuos orgánicos que generan los municipales en lugar de residuos de cultivos (Novotny, et al., 2015). La investigación propone: Diseñar un horno para obtener biocarbón de los residuos de banano y cacao mediante el proceso de pirolisis.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en el cantón Arenillas al sur de la provincia de El Oro, Ecuador. Para esto se realizó una reseña conceptual del tema, y una experiencia práctica que se detalla continuación.

Obtención de la cáscara de cacao. Se utilizó la cáscara de cacao por su alto contenido de lignina apropiado para la obtención de biocarbón y por ser un residuo vegetal de fácil obtención dentro de una plantación de cacao. La cantidad a utilizada fue de 500 lb.

Secado de la cáscara de cacao. La materia prima fue secada al aire por 15 días (figura 1), para facilitar la pérdida de agua, para lo cual fue tendida de una superficie de concreto. Obteniendo 144 lb de materia prima seca.



Figura 1. Mazorcas con alto contenido de humedad.

Obtención del raquis de banano. La obtención del raquis de banano se obtuvo de la Granja Santa Inés de la Universidad Técnica de Machala. A demás de ser un material muy abundante que posee muy pocos usos por los agricultores. La cantidad a utilizar fue de 550 lb.

Secado del raquis de banano. La materia prima recibió igual tratamiento de secado que el cacao, solo que para facilitar la pérdida de agua los raquis se cortaron en trozos de 10 cm de largos (figura 2A) y que se removía todos los días. Pasado el tiempo de

secado se obtuvo un material fibroso de color gris oscuro (figura 2B).

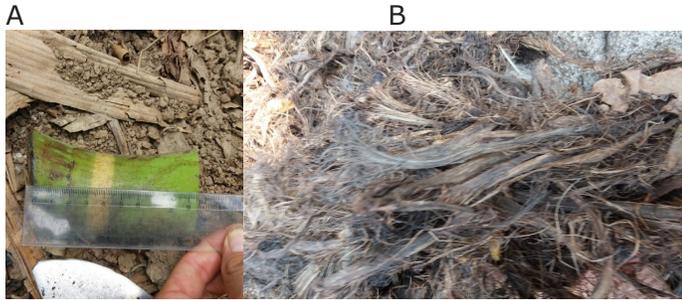


Figura 2. Secado del raquis del banano: A corte del raquis, B materia prima seca.

Producción de biocarbon

La metodología utilizada para la obtención fue tomada de Takolpuckdee (2014), y consistió en introducir diferentes proporciones de raquis de banano seco de mazorca de cacao seca. Materia prima que fueron depositadas en un tanque metálico de 70 cm de largo por 40 cm de ancho, con tapa metálica y de peso neto de 16 lb que se codificó como T1 (Figura 3 A). Una vez lleno y cerrado T1 se introdujo en un tanque más grande de 120 cm de alto por 50 cm de ancho codificado como T2 (Figura 3B), el cual tenía una abertura en su parte interior.

Para producir el calor y mantener la temperatura, en el interior T2 se colocó leña y que se mantenía alimentado por la abertura inferior (Figura 3C).

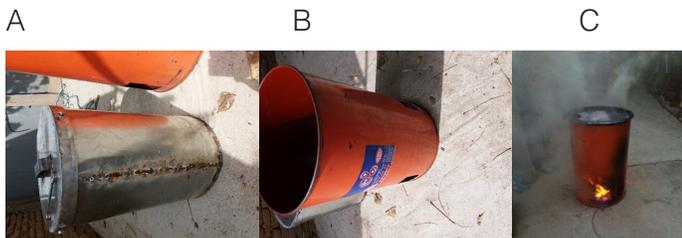


Figura 3. Horno para producir biocarbon. A tanque T1; B tanque T2; C inicio del proceso

RESULTADOS

La bibliografía consultada permitió la descripción de los diferentes procesos que tienen lugar durante el proceso de elaboración del carbón vegetal.

Fuentes de producción de biocarbon. En la actualidad, la biomasa está siendo considerada como una fuente renovable importante que puede contribuir a la economía, sostenibilidad y seguridad energética de un país (Elad, Cytryn, Meller Harel, Lew & Graber, 2011) the thermal degradation of biomass in the absence of oxygen. Pyrolysis also yields gaseous and liquid biofuel products. There is a growing interest worldwide in the pyrolysis platform, for at least four reasons: (i. En general, son muchas las materias

primas potenciales para la producción de biocarbon y sus propiedades deseadas se encontrarán en función de la selección, así como del método de producción empleado.

La pirolisis, se define como un proceso termoquímico donde un material orgánico sólido se descompone por la acción del calor, en una atmósfera sin presencia de oxígeno y se transforma en un material sólido (Parmar, Nema & Agarwal, 2014). La finalidad de estos procesos se basa en obtener una mayor eficiencia energética mediante la generación de compuestos químicos secundarios y calor. El proceso de pirolisis tiene tres etapas definidas: la alimentación de la materia prima (biomasa), la dosificación (temperatura), y la pirolisis donde se libera energía y se obtiene biocarbon (Figura 4).

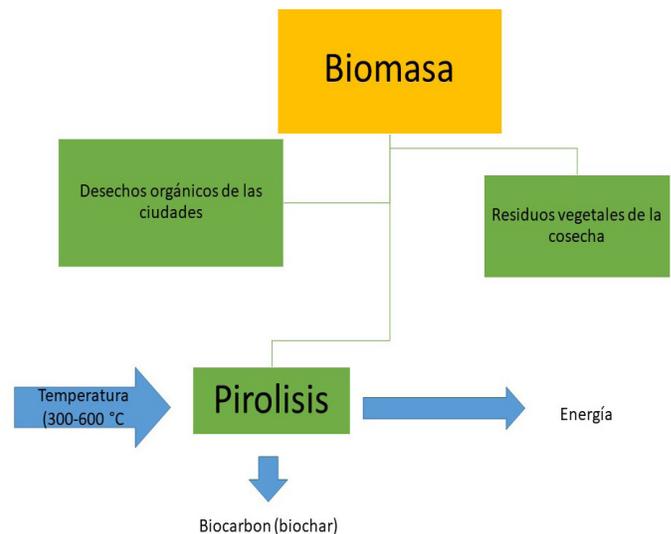


Figura 4. Proceso de pirolisis.

Dentro del proceso de pirolisis a diferentes rangos de temperatura se obtiene diversas reacciones químicas como se muestra en la tabla 1, donde el rango de temperatura 300°C, 400 °C y 500°C determinan el tipo de pirolisis en lenta, rápida y convencional respectivamente, así como, rangos de las relaciones hidrogeno (H), oxígeno (O) y O y C (Novotny, et al., 2015).

Tabla 1. Reacciones químicas producidas a diferentes grados de temperatura.

Temperatura	Pirolisis		
	lenta	rapida	convencional
300	x		
400		x	
>550			x
Relacion quimica			
H/C	2.0 a 1.6	1.2 a 0.6	<0.3
O/C	0.8 a 0.6	0.4 a 0.2	<0.1

La **pirólisis convencional** se realiza a bajas o medias temperaturas. Los procesos a bajas temperaturas son hasta los 550°C, y es usado frecuentemente para la producción de aceites y alquitranes; en tanto que los procesos a temperaturas medias se llevan a cabo entre los 550°C a 800°C, en donde se produce metano e hidrocarburos superiores.

Pirolisis rápida: La pirolisis rápida es un proceso a alta temperatura donde la biomasa (con una humedad inferior al 10%) se calienta rápidamente (sin presencia de oxígeno). La biomasa se descompone generando vapores, aerosoles, y carbonizado en menor cantidad. Después del enfriamiento y la condensación de los vapores y aerosoles, se obtiene un líquido marrón oscuro con un poder calorífico de aproximadamente la mitad del aceite combustible

convencional. Este proceso tiene como productos una porción entre 60-75% de líquido, 15-25% de sólidos, y 10-20% de gases no condensables, dependiendo de la materia prima utilizada, la temperatura y presión de operación, la velocidad de calentamiento, el tamaño de partícula de la biomasa, la configuración del reactor y la presencia de catalizadores (Escalante, et al., 2016)

Pirolisis lenta: La pirolisis lenta se basa en la combustión parcial de la biomasa por calentamiento uniforme y lento (aproximadamente 0,01-2°C s⁻¹) a temperaturas entre 300°C a 450°C, obteniendo aproximadamente el 40% de la biomasa original.

La figura 5 muestra los derivados del proceso de pirolisis lenta (pobre en gas) y rápida (rico en gas), para obtener biocarbon.

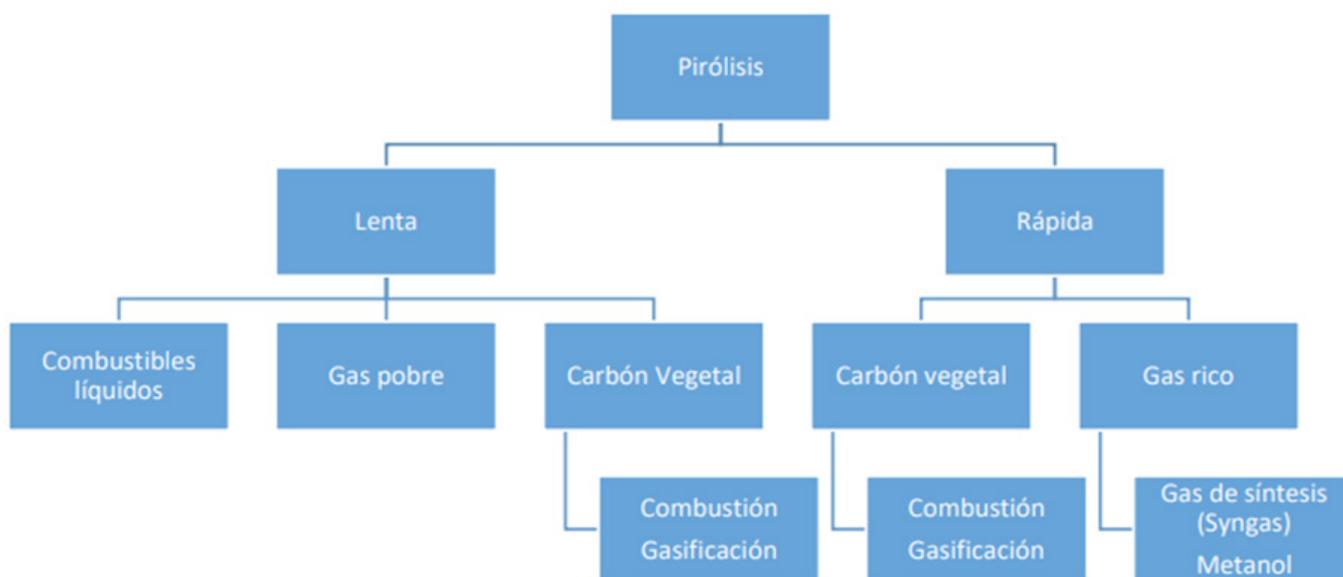


Figura 5. Derivados del proceso de Pirolisis lenta y rápida.

Características del biocarbon

Es un producto de grano fino y poroso similar en apariencia al carbón vegetal de venta comercial (Novotny, et al., 2015). Por lo general posee una carga negativa, por lo que puede facilitar la atracción electrostática de compuestos orgánicos (Salgado, Tarelho, Matos, Robaina, Narváez & Peralta, 2018). La adsorción de contaminantes orgánicos del agua con el biocarbon se produce debido a su gran área superficial y micro porosidad. Otra característica importantes del biocarbon, es que cerca del 50% del total de C de la biomasa original es retenido durante la pirolisis, y entre el 20-50 %del C es convertido a una forma recalcitrante (Takolpuckdee, 2014). Con esta particularidad no sólo se puede mejorar la estructura del suelo, sino también se puede retener y

fijar el C a largo plazo y no ser liberado como dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera (Adjin-Tetteh, Asiedu, Doodoo-Arhin, Karam, & Amaniampong, 2018).

Producción de biocarbón de banano.

El material resultante del experimento no fue totalmente calcinado, tenían una coloración café en la superficie de algunos pedazos del raquis que fueron colocados en la parte superior del tanque (figura 6 A), caso contrario a lo mostrado por los trozos colocados en la parte inferior del tanque que mostro coloración oscura y que se deshacían con facilidad al frotarlos con los dedos (figura 6 B). el resultado del biocarbón después de ser triturado y tamizado se muestra en la figura 6 C, el cual difiere mucho de

la consistencia de un carbón vegetal usado para la preparación de alimentos y que se también se obtiene por el mismo método.



Figura 6. Trozos de raquis de banano a la salida del proceso de pirolisis. A trozos de raquis de la parte superior del tanque; B trozos de raquis de la parte inferior del tanque; Biocarbón tamizado.

Producción de biocarbón de cacao

La obtención del biocarbón de la cáscara del cacao (figura 7), mostro una coloración más oscura que la del raquis de banano, así como también su homogeneidad al salir del proceso de pirolisis.

En la tabla 2, se aprecia

Tabla 2. Diferencias de peso en la obtención de biochar.

#BIOCHAR	HORA DE QUEMA		DESCRIPCION	FECHA DE QUEMA		PESO (LB)	
	INICIO	FINAL		INICIO	FINAL	PESO MATERIA SECA	PESO BIOCHAR
1	INICIO	FINAL	BANANO	INICIO	FINAL	PESO MATERIA SECA	PESO BIOCHAR
	5:03PM	4:02PM		22/05/2018	25/05/2018		
2	INICIO	FINAL	CACAO	INICIO	FINAL	PESO MATERIA SECA	PESO BIOCHAR
	4:37PM	11:35PM		12/06/2018	12/06/2018		
3	INICIO	FINAL	BANANO	INICIO	FINAL	PESO MATERIA SECA	PESO BIOCHAR
	9:40PM	10:35PM		04/07/2018	04/07/2018		
4	INICIO	FINAL	CACO	INICIO	FINAL	PESO MATERIA SECA	PESO BIOCHAR
	5:23PM	10:57PM		07/07/2018	07/07/2018		
5	INICIO	FINAL	CACAO	INICIO	FINAL	PESO MATERIA SECA	PESO BIOCHAR
	9:42AM	3:14PM		08/07/2018	08/07/2018		
6	INICIO	FINAL	BANANO	INICIO	FINAL	PESO MATERIA SECA	PESO BIOCHAR
	10:45AM	6:00PM		04/08/2018	04/08/2018		
7	INICIO	FINAL	CACAO	INICIO	FINAL	PESO MATERIA SECA	PESO BIOCHAR
	6:00PM	11:45PM		04/08/2018	04/08/2018		
8	INICIO	FINAL	CACAO	INICIO	FINAL	PESO MATERIA SECA	PESO BIOCHAR
	9:59AM	3:45PM		10/08/2018	10/08/2018		

CONCLUSIONES

Los apuntes técnicos recopilados en este trabajo señalan que es un tipo de abono que mejora las condiciones del suelo y coayuvante en el proceso

de secuestro de C del suelo. Una investigación realizada por (Adjin-Tetteh, et al., 2018), mostro mediante un análisis elemental que el biocarbón obtenido de la cáscara de cacao tuvo rangos de 43.87-48.70% de C entre 550-600 °C.



Figura 7. Biocarbón de cacao

de secuestro de C del suelo. El biocarbón obtenido por pirolisis para ambos residuos fueron diferentes en su pedida de peso, color y consistencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adjin-Tetteh, M., Asiedu, N., Dodoo-Arhin, D., Karam, A., & Amaniampong, P. N. (2018). Thermochemical conversion and characterization of cocoa pod husks a potential agricultural waste from Ghana. *Industrial Crops and Products*, 119, 304–312. Recuperado de <https://scinapse.io/papers/2793096675>
- Barrow, C. J. (2012). Biochar: Potential for countering land degradation and for improving agriculture. *Applied Geography*, 34, 21–28. Recuperado de <http://eprints.icrisat.ac.in/8419/>
- Elad, Y., Cytryn, E., Meller Harel, Y., Lew, B., & Graber, E. R. (2011). The biochar effect: Plant resistance to biotic stresses. *Phytopathologia Mediterranea*, 50(3), 335–349. Recuperado de <http://www.warrenc.org.au/wp-content/uploads/2015/12/The-Biochar-Effect-Graber-et-al.pdf>
- Escalante, A., et al. (2016). Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. *Terra Latinoamericana*, 34, 367–382. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/573/57346617009.pdf>
- Novotny, E. H., Branco de Freitas, C. M., Carvalho, M. T. M., & Madari, B. E. (2015). Biochar: pyrogenic carbon for agricultural use - a critical review. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 39(2), 321–344. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832015000200321&script=sci_abstract
- Parmar, A., Nema, P. K., & Agarwal, T. (2014). Biochar production from agro-food industry residues: A sustainable approach for soil and environmental management. *Current Science*, 107(10), 1673–1682. Recuperado de <http://gala.gre.ac.uk/19369/>
- Salgado, M. A. H., Tarelho, L. A. C., Matos, A., Robaina, M., Narváez, R., & Peralta, M. E. (2018). Thermoeconomic analysis of integrated production of biochar and process heat from quinoa and lupin residual biomass. *Energy Policy*, 114, 332–341. Recuperado de <https://ideas.repec.org/a/eee/enepol/v114y2018icp332-341.html>
- Spokas, K. A., et al. (2012). Biochar: A Synthesis of Its Agronomic Impact beyond Carbon Sequestration. *Journal of Environment Quality*, 41(4), 973. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22751040>
- Takolpuckdee, P. (2014). Transformation of Agricultural Market Waste Disposal to Biochar Soil Amendments. *Procedia Environmental Sciences*, 20, 64–70. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878029614000115/pdf?md5=19f41f7b74cf98587daa2be27a3b63dc&pid=1-s2.0-S1878029614000115-main.pdf>
- Zhang, D., et al. (2016). Is current biochar research addressing global soil constraints for sustainable agriculture? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 226, 25–32. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/302477354_Is_current_biochar_research_addressing_global_soil_constraints_for_sustainable_agriculture