

XII-053 - CARACTERIZACIÓN DE BIOCARBÓN Y SU POTENCIAL USO COMO MATERIAL ADSORBENTE DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS

González M.E.⁽¹⁾

Programa de Doctorado en Ciencias de Recursos Naturales, Universidad de La Frontera, P.O. Box 54-D, Temuco, Chile. (ma.eugenia.g.q@gmail.com)

Levio M.⁽²⁾

Departamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera, P.O. Box 54-D, Temuco, Chile

Rubilar O.⁽²⁾

Departamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera, P.O. Box 54-D, Temuco, Chile

Navia R.⁽²⁾

Departamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera, P.O. Box 54-D, Temuco, Chile

Diez M.C.⁽²⁾

Departamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera, P.O. Box 54-D, Temuco, Chile

Dirección⁽¹⁾: Universidad de La Frontera, P.O. Box 54-D, Temuco, Chile. (ma.eugenia.g.q@gmail.com)

RESUMEN

Un número de estudios han sugerido que la aplicación al suelo de biocarbón efectivamente podría secuestrar carbono, por lo tanto esta técnica podría constituirse como una medida de mitigación al calentamiento global. Cuando el biocarbón se aplica a los suelos, también puede presentar otras ventajas potenciales, incluyendo la mejora de la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos, mediante el aumento de los nutrientes del suelo y la capacidad de retención de agua y compuestos orgánicos.

Sin embargo, las aplicaciones y funciones del biocarbón dependen altamente de sus propiedades fisicoquímicas, por lo tanto es muy importante caracterizar el biocarbón antes de su uso.

En este estudio, el biocarbón fue caracterizado fisicoquímicamente, además se evaluó su potencial uso como material adsorbente de contaminantes orgánicos.

Los resultados mostraron que el biocarbón posee una alta potencialidad para ser aplicado como enmienda al suelo además de ser utilizado como adsorbente de compuestos orgánicos.

PALABRAS-CLAVES: Residuos agro-forestales, pirólisis, biocarbón, adsorbente, contaminantes orgánicos.

INTRODUCION

El biocarbón es un material obtenido por pirólisis de biomasa vegetal de distintos orígenes, generalmente de los residuos de la industria agrícola y de la madera (Demirbas, 2006). El biocarbón tiene muchas posibilidades de uso, entre las que se han destacado principalmente su uso como enmienda de suelos y material adsorbente, debido a que posee altas áreas superficiales y una elevada capacidad de intercambio catiónico (CIC). Cuando el biocarbón es utilizado como material adsorbente puede remover diversos compuestos contaminantes de aguas residuales, siendo una alternativa eficiente y de bajo costo para el tratamiento de residuos líquidos con presencia de contaminantes tóxicos difíciles de biodegradar (Zheng et al., 2010; Chen y Chen, 2009). Sin embargo, la efectividad de aplicación de este tipo de material para diferentes usos depende de sus características físicas y químicas relacionadas con la materia prima (Chen y Chen, 2009).

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue realizar una caracterización físico-química de un biocarbón para evaluar su uso como material adsorbente de contaminantes orgánicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención del biocarbón

El biocarbón fue obtenido como residuo de una empresa de Manufactura de Chapados y Contrachapados de Pino Radiata (Temuco).

Caracterización físico-química

La caracterización mineralógica se realizó por medio de un difractómetro de rayos X (Bruker, modelo D8 Advance) con un cristal Göbbel , equipado con un detector basado en la dispersión de energías SOL-X, con un tubo de cobre y una longitud de onda $\lambda = 1,5405 \text{ \AA}$, utilizando las condiciones de trabajo en $kV = 40$ y $\text{mA} = 40$. La morfología del biocarbón fue observada por un microscopio electrónico de barrido (SEM-EDX, JEOL6400). En forma paralela se determinó el área superficial, volumen de poro y distribución del tamaño de poros usando un porosímetro NOVA 1000e (QUANTACHROME).

Para la caracterización química del biocarbón se utilizó un método de digestión de dos pasos consecutivos desarrollados para el análisis de elementos trazas en carbón y residuos de combustión (Querol et al., 1995). Las concentraciones de los elementos mayoritarios, minoritarios y trazas en las soluciones se determinaron por medio de un equipo de plasma acoplado inductivamente a espectrometría de masa (ICP-MS) y mediante un equipo de plasma acoplado inductivamente por espectrometría de emisión atómica (ICP-AES).

El contenido de nitrógeno y carbono total fue determinado por digestión nitrógeno Kjeldahl y TOC, respectivamente. El pH fue medido con un electrodo (ORION 9512) en relación 1:5 biocarbón en agua destilada.

Adsorción de contaminante orgánico

El estudio de adsorción se realizó con el herbicida metribuzina, la concentración fue determinada mediante espectrofotometría a 294 nm. La adsorción fue realizada con el biocarbón y con carbón activado comercial para fines comparativos.

Se agregó 0,2 g de biocarbón o carbón activado a un matraz Erlenmeyer de 100 mL con 50 mL de agua destilada. La muestra fue agitada y rápidamente se tomó una alícuota de 2 mL, la que fue filtrada por 0,45 μm de tamaño de poro. La concentración residual fue determinada a los 0, 5, 10, 15, 20, 30 y 60 min.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización física

Mineralogía

La Figura 1 muestra el patrón de difracción de rayos-X (DRX) del biocarbón. La Figura 1a muestra que biocarbón utilizado en este estudio presenta un predominio en fases minerales amorfas con un ruido alto entre 16° y 20° de 2θ . Mientras que las fases cristalinas detectadas fueron En el caso de la corteza de pino (Figura 1b) se detectaron como fases cristalinas calcita (CaCO_3) y cuarzo (SiO_2).

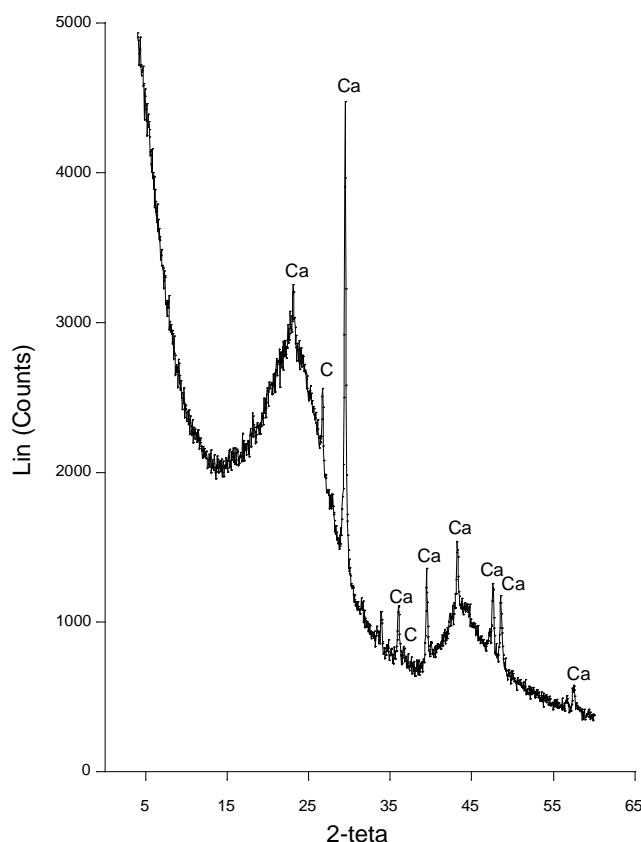


Figura 1. Espectro de difracción de rayos-X del biocarbón. Ca: Calcita, CaCO_3 y C: Cuarzo, SiO_2 .

SEM-EDX

En cuanto a la morfología del biocarbón la Figura 2 muestra las imágenes. SEM. En la Figura 2a muestra una imagen general de la muestra, en ésta se puede observar que el biocarbón posee una superficie irregular y porosa. Mientras que en la Figura 2b se observa en forma específica la porosidad que presenta la muestra. Para complementar estos resultados, en la Tabla 1 se detallan los valores del área superficial específica, tamaño y volumen de poro.

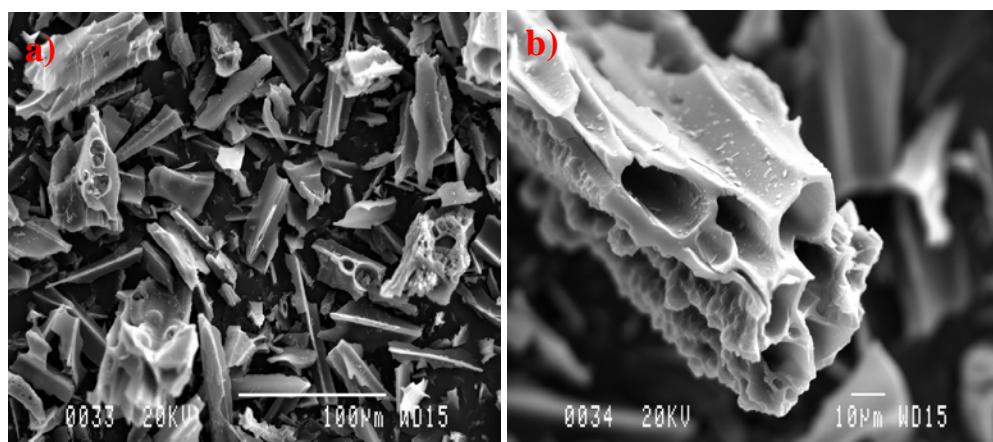


Figura 2. Imágenes en microscopio de barido electrónico (SEM) a) imagen general del biocarbón a $100\mu\text{m}$, b) imagen específica de una partícula de biocarbón a $10\mu\text{m}$.

Tabla 1. Área superficial específica (ASE), volumen de poro (Vp) and diámetro promedio de particular (Pd) del biocarbón.

Parámetros	Valor
ASE (m ² /g)	6,6
Vp (cm ³ /g)	0,006
Pd (Å)	21,5

Se ha informado que el área superficial del biocarbón depende en gran medida de la temperatura del tratamiento y de las materias primas utilizadas (Liu et al., 2010). Debido a las altas temperaturas y largos tiempos de residencia, la estructura porosa del biocarbón fue agrietada y probablemente algunos de los poros fueron cubiertos como resultado de la repolimerización/recondensación de los compuestos solubles en agua (Kumar et al., 2011). Esto podría haber dado como resultado el bajo incremento en el área superficial del biocarbón.

Caracterización química

Las Tablas 2 a y b muestran la composición química del biocarbón, la Tabla 2 a enumera los elementos mayoritarios en forma de óxidos, además se observa el contenido de cenizas, humedad, pH y capacidad de intercambio catiónico (CIC) del biocarbón.

Tabla 2 a. Caracterización química del biocarbón.

Compuesto (Elementos mayoritarios)	Resultado (%)	Parámetro	Resultado
Al ₂ O ₃	0,03	Contenido de Humedad (%)	3,67
CaO	0,30	Contenido de Ceniza (%)	83,3
Na ₂ O	0,06	pH	10,9
K ₂ O	1,73	CIC (cmol ⁺ /kg)	4,77
MgO	0,24		
MnO	0,02		
SO ₃	0,13		
P ₂ O ₅	0,46		
Fe ₂ O ₃	0,04		
TiO ₂	<0,01		
N _T	1,03		
C _T	83,3		

Tabla 2 b: Elementos trazas presentes en el biocarbón.

Compuesto	mg/kg de biocarbón	Compuesto	mg/kg de biocarbón
As	<0,1	Nb	<0,1
B	19,4	Nd	<0,1
Ba	14,2	Ni	<0,1
Be	<0,1	Pb	<0,1
Bi	<0,1	Pr	<0,1
Cd	<0,1	Rb	37
Ce	<0,1	Sb	<0,1
Co	<0,1	Sc	<0,1
Cr	1,0	Se	<0,1
Cs	<0,1	Sm	<0,1
Cu	5,8	Sn	<0,1
Dy	<0,1	Sr	7,3
Er	<0,1	Ta	<0,1
Eu	<0,1	Tb	<0,1
Ga	<0,1	Th	<0,1
Gd	<0,1	Tl	<0,1
Ge	<0,1	Tm	<0,1
Hf	<0,1	U	<0,1
Hg	0,03	V	<0,1
Ho	<0,1	W	<0,1
La	<0,1	Y	<0,1
Li	<0,1	Yb	<0,1
Lu	<0,1	Zn	42,2
Mo	<0,1	Zr	<0,1

El biocarbón posee un elevado contenido de nitrógeno total y materia orgánica (Tabla 1 a), entre otros elementos trazas (tabla 2 b), lo que demuestra en primera instancia que tiene un elevado potencial de uso como biofertilizante de suelo (Tabla 2 a). Además, el elevado contenido de materia orgánica (83,3) podría determinar una capacidad de adsorber compuestos orgánicos contaminantes liposolubles.

Adsorción de contaminante orgánico

La adsorción de metribuzina por el biocarbón y carbón activado comercial se muestra en la Figura 2. La adsorción de metribuzina a los 5 minutos de contacto fue mayor al 95%, mientras que para el biocarbón la remoción fue de 50%. Este efecto se debe a que el carbón activado posee una elevada capacidad de adsorción, ya que su área superficial es mayor a $500 \text{ m}^2/\text{g}$, muy menor a la obtenida en el biocarbón ($6,6 \text{ m}^2/\text{g}$). Sin embargo, a los 60 minutos de contacto, la adsorción del contaminante en el biocarbón fue de 89%, lo cual indica que aunque la velocidad de adsorción sea menor se obtuvo una elevada remoción del contaminante.

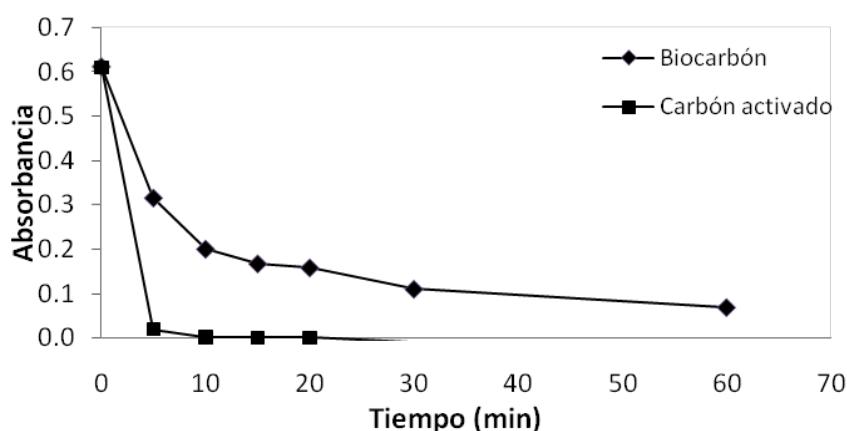


Figura 2. Adsorción de metribuzina por biocarbón y carbón activado comercial

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos basados en la caracterización físico- química del biocarbón indican la potencialidad de ser utilizado como material adsorbente de contaminantes orgánicos.

La adsorción de metribuzina en el biocarbón requiere mayores periodos de contacto en comparación al carbón activado.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado por CONICYT-Chile, a través del Proyecto FONDEF D07I1096 e INNOVA CORFO 09FC026021. Por otra parte, los autores agradecen a Becas Chile por la beca otorgada a uno de ellos. También se otorgan reconocimientos al proyecto bilateral 2009-145 CONICYT/CSIC y 2009CL0062 CSIC/CONICYT por la pasantía realizada en el Instituto IDAEA-CSIC, Barcelona, España.

REFERENCIAS

1. Zheng W., Guo M, Chow T., Bennett D.N., Rajagopalan N. 2010. Sorption properties of greenwaste biocarbón for two triazine pesticides. *Journal of Hazardous Materials*. 181: 121-126.
2. Chen B., Chen Z. 2009. Sorption of naphthalene and 1-naphthol by biocarbóns of orange pells with different pyrolytic temperatures. *Chemosphere* 76: 127-133.
3. Demirbas, A. 2006. Production and characterization of bio-chars from biomass via pyrolysis. *Energy Sources Part A Recovery Utilization and Environmental Effects* 28:413–422.
4. Querol X, Whateley MK, Fernández-Turiel JL, Tuncali E. 1995. Geological controls on the mineralogy and geochemistry of the Beypazari lignite, Central Anatolia, Turkey. *International Journal of Coal Geology* 33:255–271.
5. Liu, Z., Zhang, F.-S., Wu, J., 2010. Characterization and application of chars produced from pinewood pyrolysis and hydrothermal treatment. *Fuel* 89: 510-514.
6. Kumar, S., Loganathan, V.A., Gupta, R.B., Barnett, M.O. 2011. An Assessment of U(VI) removal from groundwater using biocarbón produced from hydrothermal carbonization. *Journal of Environmental Management* 1-9.