

## REPRODUCIBILIDAD DE LA SÍNTESIS DE CARBÓN VEGETAL CON UN DISPOSITIVO NO CONVENCIONAL DENOMINADO HORNO “KON-TIKI”

Amalia Lara Bursztyn Fuentes\*, Pablo Maximiliano Arnal\*

\*Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica (CETMIC). Camino Centenario y 506, M.B. Gonnet, La Plata, Provincia de Bs. As., Argentina (C.P: B1897ZCA). [bursztyn@cetmic.unlp.edu.ar](mailto:bursztyn@cetmic.unlp.edu.ar)

### Introducción

La pirólisis de biomasa a escala de laboratorio para la obtención de carbones requiere, en general, equipamiento especial y suministro de electricidad. Schmidt y Taylor (2014) diseñaron un dispositivo no convencional denominado horno Kon-Tiki que permite la producción de carbón vegetal con materiales de bajo costo, específicamente biomasa de desecho local y prescinde del uso de una fuente de energía externa. Sin embargo, la imposibilidad de controlar las variables del proceso de carbonización suscitan el interrogante de cuan variables son las propiedades de los carbones elaborados a través de este método.

El objetivo del presente trabajo es estudiar la reproducibilidad del método de síntesis de un carbón vegetal mediante un horno Kon-Tiki, utilizando biomasa de desecho local. Se analizaron específicamente las propiedades rendimiento, composición química elemental, porcentaje de cenizas, porcentaje de materia volátil, porcentaje de carbono fijado, composición cristalina, morfología interna y volumen, superficie específica y distribución de tamaño de macro y mesoporos.

### Materiales y métodos

#### *1) Obtención del carbón vegetal*

Se utilizó el horno Kon-Tiki, un dispositivo con forma de cono truncado invertido con un diámetro inferior de 52 cm, diámetro superior de 65 cm, altura de 23 cm y ángulo de inclinación de las paredes laterales de 30°. En cada preparación de carbón se usaron 6 Kg de ramas de *Eucalyptus sp.* La carbonización se detuvo con 2 L de agua destilada. El proceso de carbonización se realizó por triplicado obteniéndose 3 carbones vegetales (CV02, CV03 y CV04).

Los carbones húmedos se colocaron en una superficie inclinada a la intemperie para que drenen el agua durante 24 horas. Se completó en estufa a 70°C por 24 horas.

#### *2) Caracterización del carbón vegetal*

Se calculó rendimiento según  $R (\%) = m/m_0 \cdot 100$ , donde  $m_0$  es el peso de la biomasa previo a la carbonización y  $m$  el peso pasadas las 48 horas de secado. Se determinó la composición química elemental y se realizó un análisis proximal para cuantificar % de humedad, % materia volátil, % cenizas y % carbono fijado según el método ASTM 1762-84. Se determinó la composición cristalina por medio del análisis de difracción de rayos X (DRX); las muestras fueron previamente secadas en estufa a 110°C durante 24 horas, molidas y tamizadas (<105µm). Se examinó la morfología interna por microscopía electrónica de barrido (MEB). Se realizó un estudio de volumen de poro, superficie específica y distribución de tamaño de macro y mesoporos por intrusión de mercurio.

## Resultados y discusión

### 1) Obtención del carbón vegetal

El proceso de carbonización arrojó un rendimiento promedio de  $26 \pm 8\%$  alcanzando temperaturas entre  $600-800^\circ\text{C}$ . El rendimiento obtenido en este trabajo es concordante con el obtenido por los desarrolladores del método (Schmidt y Taylor 2014; Cornelissen *et al* 2016), quienes alcanzaron entre un  $20\%$  y  $22 \pm 5\%$  respectivamente.

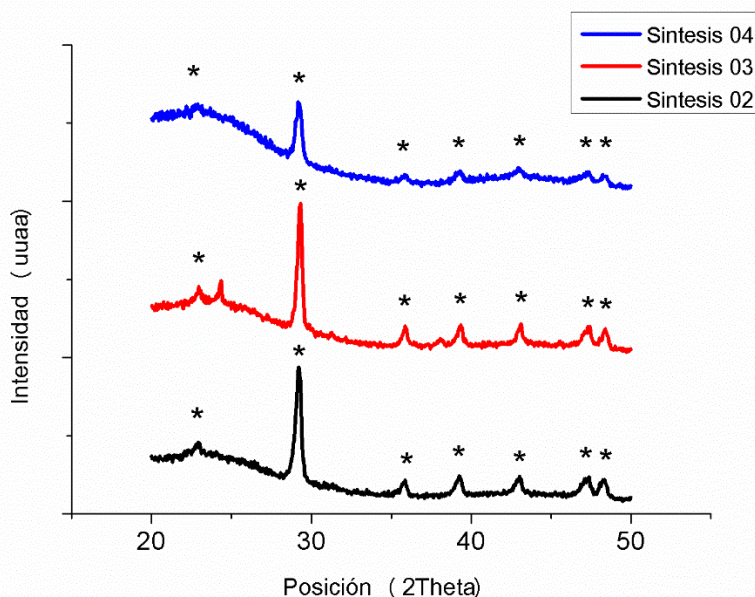
### 2) Caracterización del carbón vegetal

Los resultados del análisis elemental y proximal se presentan en la Tabla 1. El valor de C obtenido por Schmidt y Taylor (2014) fue de  $81\%$  mientras que para Cornelissen *et al* (2016) fue de  $75 \pm 2\%$ . Los contenidos de cenizas fueron de  $19\%$  y de  $10-22\%$  respectivamente, más elevados que los obtenidos en este trabajo.

**Tabla 1.** Análisis elemental y proximal de los 3 carbones sintetizados.

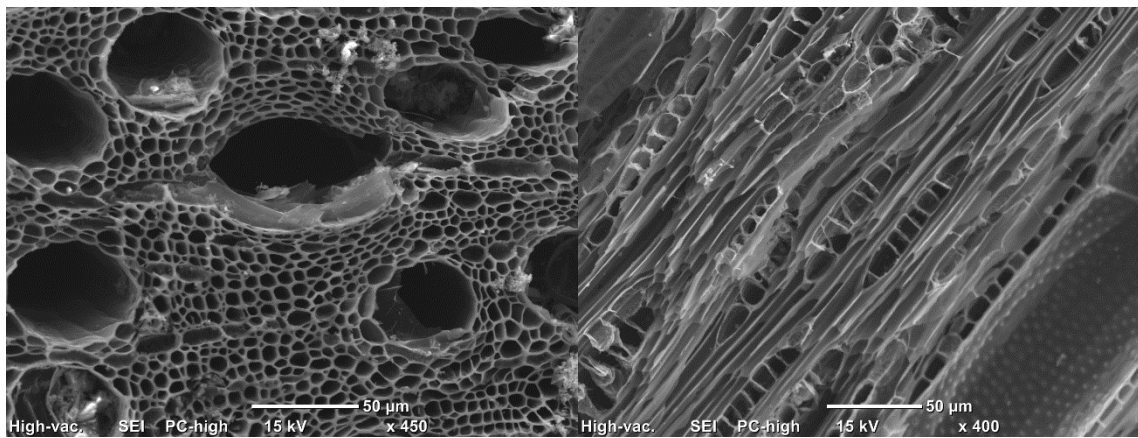
	C (%)	H (%)	N (%)	Materia volátil (%)	Carbono fijado (%)	Cenizas (%)
<b>CV02</b>	76	2,6	0,9	16	64	10
<b>CV03</b>	79	1,7	0,6	16	66	9
<b>CV04</b>	81	2,5	0,5	14	73	5
<b>Promedio</b>	78	2,2	0,7	15	68	8
<b>DE</b>	3	0,5	0,2	1	4	3

En los 3 difractogramas se observa la presencia de carbonato de calcio (Figura 1). Esta propiedad no es reportada por los otros autores.



**Figura 1.** Difractogramas de los 3 carbones con los picos característicos del carbonato de calcio (asteriscos).

Las imágenes de MEB de los 3 carbones muestran, de manera cualitativa, una matriz con elevada porosidad, manteniéndose intacta la estructura característica de la biomasa utilizada (Figura 2). Esto mismo fue observado por Schmidt y Taylor (2014).

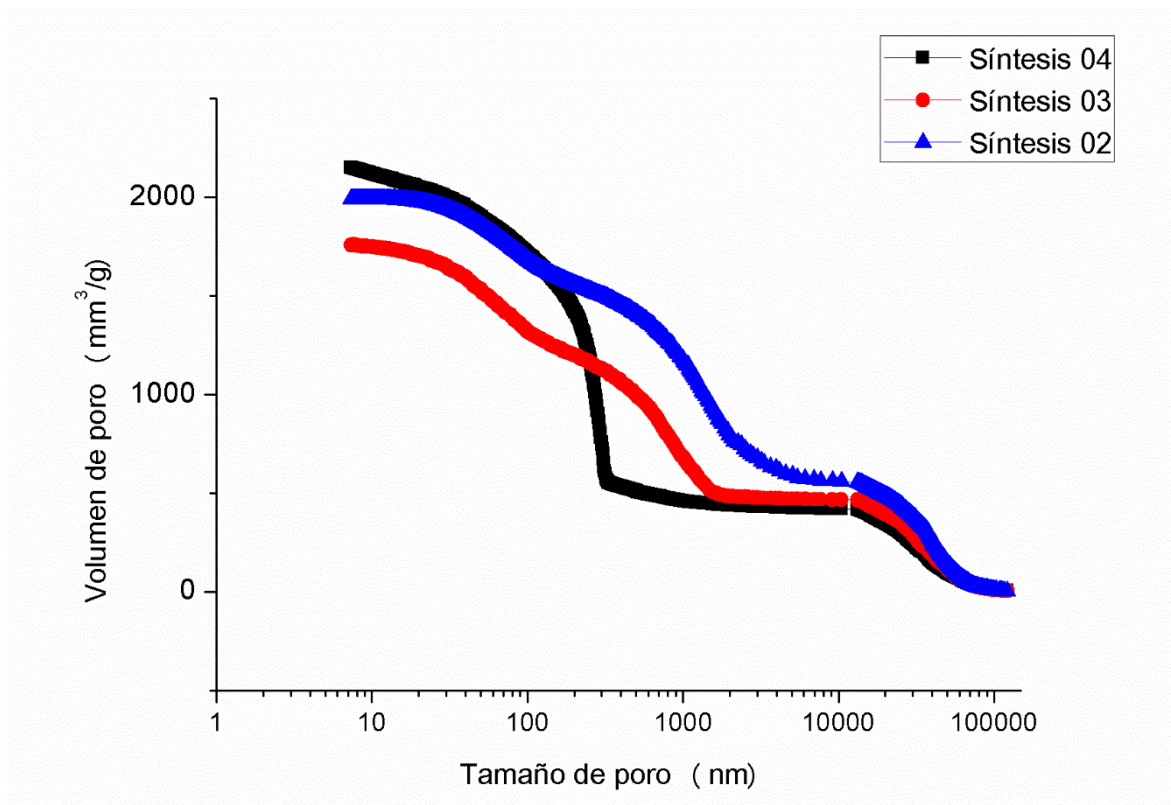


**Figura 2.** Imágenes del MEB obtenidas de un corte transversal (a) y corte longitudinal (b) de uno de los carbones. Escala: 50  $\mu\text{m}$ .

La Tabla 2 presenta los valores de volumen y superficie específica de macro y mesoporos. Tanto el trabajo de Schmidt y Taylor (2014) como el de Cornelissen *et al* (2016) no reportan estas propiedades, así como tampoco la distribución de tamaño de poros.

**Tabla 2.** Volumen y superficie específica de macro y mesoporos para los 3 carbones.

	$V_{\text{meso}}$ ( $\text{mm}^3/\text{g}$ )	$V_{\text{macro}}$ ( $\text{mm}^3/\text{g}$ )	$V_{\text{total}}$ ( $\text{mm}^3/\text{g}$ )	$S_{\text{meso}}$ ( $\text{m}^2/\text{g}$ )	$S_{\text{macro}}$ ( $\text{m}^2/\text{g}$ )	$S_{\text{total}}$ ( $\text{m}^2/\text{g}$ )
<b>CV02</b>	132	1303	1435	36	0,07	36
<b>CV03</b>	262	1012	1274	54	0,07	54
<b>CV04</b>	129	1543	1671	39	0,09	39
<b>Promedio</b>	174	1286	1460	43	0,08	43
<b>DE</b>	76	266	200	9	0,01	9



**Figura 3.** Volumen de macro y mesoporos acumulado para los tres carbones sintetizados.

### Conclusión:

El dispositivo no convencional denominado horno Kon-Tiki permitió obtener, de manera simple, tres carbones a partir de biomasa residual de eucalipto obtenida localmente. Se observó una buena reproducibilidad del proceso realizado. Al mismo tiempo, dado la simpleza del método, habría que profundizar en el análisis de las propiedades de interés en función del objetivo de uso del carbón elaborado. Este trabajo aporta de los primeros valores numéricos referidos a superficie específica, volumen y distribución de tamaño de macro y mesoporos.

### Agradecimientos:

PIP-2013/15-0105; PICT-2014-2583; a Lucas Huck por las determinaciones de porosimetría, a Matias Gauna por la capacitación en el uso del MEB y a Martiniano Piccico por el apoyo técnico durante la carbonización.

### Referencias:

Cornelissen G., Pandit N.R., Taylor P., Pandit B.H., Sparrevik M., Schmidt H.P. 2016. Emissions and Char Quality of Flame-Curtain "KonTiki" Kilns for Farmer-Scale Charcoal/Biochar Production. *PLoS ONE* 11(5): e0154617.

DOI:10.1371/journal.pone.0154617

Schmidt H.P. y Taylor P. 2014. Kon-Tiki - the democratization of biochar production. *The Biochar Journal*, Arbaz, Switzerland. ISSN 2297-1114.