

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/369708194>

Adaptación tecnológica de un autoclave en una retorta de carbonización

Conference Paper · March 2023

CITATIONS

0

READS

88

5 authors, including:



Antonio José Barotto

Universidad Nacional de La Plata

22 PUBLICATIONS 137 CITATIONS

SEE PROFILE



Juan Marcelo Gauna

National Scientific and Technical Research Council

5 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE



Natalia Raffaelli

Universidad Nacional de La Plata

11 PUBLICATIONS 21 CITATIONS

SEE PROFILE

Actas del VIII Congreso Forestal Latinoamericano y V Congreso Forestal Argentino

27 al 30 de marzo de 2023
Ciudad de Mendoza



Organizadores



Adaptación tecnológica de un autoclave en una retorta de carbonización

José Barotto¹, Pablo Kulbaba², Marcelo Gauna³, María Laura Tonello⁴, Natalia Raffaelli⁵

Introducción

La producción de carbón en nuestro país es una práctica muy difundida, especialmente en las regiones del norte argentino. El proceso de transformación termoquímica de los materiales lignocelulósicos en carbón se denomina pirólisis, y puede involucrar distintas materias primas, como madera de bosques nativos o plantaciones, productos secundarios o residuales de la agro-forestal industria, entre otros. Dicha transformación permite la producción de distintas fracciones aprovechables como biocombustibles, representando el carbón la fracción sólida (FAO, 2020). Su fabricación está asociada a distintos tipos de hornos de combustión interna en los cuales existe una barrera física para controlar el ingreso de oxígeno y la cual puede estar compuesta por diversos materiales (tierra, ladrillos, acero, etc.). Sin embargo, en estos casos los rendimientos se encuentran en el orden del 30%, debido a que parte de la carga del material se consume en el proceso, y a su vez, no se recuperan las fracciones líquidas y gaseosas (Raffaelli, 2022).

En el caso de tecnologías más eficientes, como las retortas, el calentamiento se produce con una fuente de calor externa, y puede incluso autosustentarse parcialmente por el aprovechamiento de los gases recirculantes. Esto permite la recuperación de la fracción volátil y gaseosa que el mismo proceso de pirólisis genera, tales como ácido acético, alquitranes o metanol, sumado a los beneficios que esto trae aparejado, como un mejor control del proceso, aumento del rendimiento, mejora de la calidad del carbón resultante y disminución de las emisiones.

El presente trabajo describe la adaptación tecnológica de un autoclave de laboratorio en una retorta pirólítica para la elaboración de carbón vegetal a escala piloto.

Proceso de adaptación

La cátedra de Industrias de Transformación Química (ITQ) posee la capacidad de realizar determinaciones de características dendroenergéticas de diferentes materiales lignocelulósicos, entre las que se encuentran aquellas que se realizan sobre carbón vegetal. Para la elaboración de carbón vegetal se cuenta con dos opciones: por un lado, a escala de laboratorio, con mufla eléctrica, provista de una cámara refractaria que alberga muestras en crisoles de porcelana, en muy pequeña escala (menor a 100 gramos); por otro lado, a escala de campo, con horno de carbonización semi-industrial de tipo TPI, consumiendo entre 2000 y 2500 kg de madera seca por lote. A raíz de esta situación, se decidió buscar alguna solución tecnológica que permitiera salvar dicho salto de escala, que brinde un nivel de producción intermedio, acorde a las diversas situaciones que se presentan durante la ejecución de ensayos y proyectos. Dentro de las diferentes opciones evaluadas, se seleccionó la posibilidad de utilizar un autoclave, ya que por sus características y dimensiones se adapta de manera adecuada a un horno de tipo retorta.

El Laboratorio de Investigaciones en Maderas (LI-MAD), integrado por diversos investigadores de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (incluido parte del cuerpo docente de ITQ), contaba con un autoclave de tipo Chamberland en desuso, el cual fue cedido para la adaptación. Este presentaba las siguientes características (Figura 1): cámara de esterilización de cobre de 25 cm de diámetro y 40 cm de altura, con una capacidad de 20 lt, cuerpo externo de acero de 31,5 cm de diámetro con 15 orificios de escape de gases en la parte superior y cámara de combustión abierta en la parte inferior, 98,5 cm de altura total del aparato, tapa superior con cierre hermético mediante 6 mariposas y funcionamiento en base a gas mediante mechero anu-

1 Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Contacto: jose.barotto@agro.unlp.edu.ar.

2 Hacono. Contacto: pablokulbaba@gmail.com.

3 Instituto de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Contacto: marcelo.gauna@agro.unlp.edu.ar.

4 Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Contacto: maria.tonello@agro.unlp.edu.ar.

5 Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Contacto: natalia.raffaelli@agro.unlp.edu.ar.

lar debajo de la cámara de esterilización.

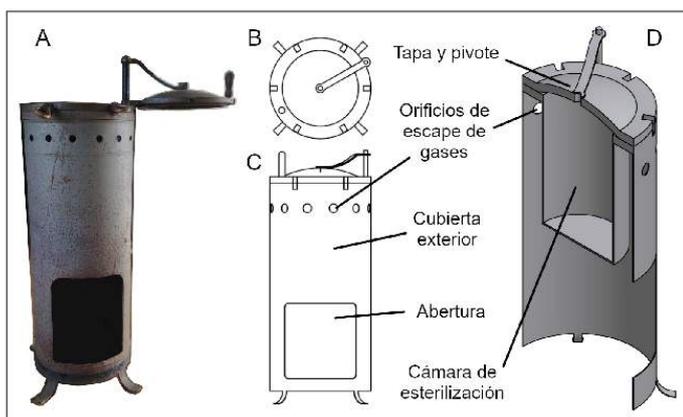


Figura 1. Estado previo y modelado 2D y 3D del autoclave. A: Fotografía del autoclave al momento de iniciar el proyecto. B: Vista superior, con foco en la tapa de bronce y el sistema de cierre. C: Vista lateral. D: Vista en corte

A los fines de emprender la adaptación, la cátedra de ITQ contactó a la empresa Hacono (<https://hacono.com/>), especialista en la construcción de diferentes estufas y hornos a base de biomasa, para analizar la factibilidad del proyecto. Ante la respuesta positiva, se realizaron un par de intercambios para poner en acuerdo las características pretendidas de la retorta y su posibilidad de implementación, en base al criterio técnico, las características del autoclave y el presupuesto disponible. Entre las características a diseñar, se hizo hincapié en la posibilidad de quemar los compuestos orgánicos volátiles (VOCs) de la madera (con el fin de sustentar parcialmente la reacción) y la alternativa de recuperar fracciones líquidas no volátiles (para su análisis posterior).

El proceso de adaptación se desarrolló a lo largo de aproximadamente nueve meses, iniciándose en el mes de septiembre de 2021, con el envío del autoclave desde la ciudad de La Plata a la ciudad de Chascomús (lugar donde se emplaza la empresa Hacono), extendiéndose hasta junio de 2022, momento en que se hizo entrega de la retorta terminada.

En cuanto a las etapas de su construcción, el primer paso fue el diseño de la retorta y la elaboración de los planos de fabricación y piezas, y continuó con la adaptación propiamente dicha. Ésta incluyó las siguientes tareas:

1. desarme y limpieza de la unidad original
2. acondicionamiento de las piezas originales a reutilizar
3. fabricación y ensamble de las nuevas piezas
4. armado de la retorta
5. testeo de la unidad en condiciones de uso
6. acondicionamiento final para la entrega

En particular, las modificaciones llevadas a cabo fueron las siguientes (Figura 2):

A. Sistema de cierre (anteriormente, cámara de esterilización): la tapa original, el mango, las mariposas de cierre y el mecanismo de apertura, compuesto por un vástago pivotante y un resorte, se mantuvieron. En el centro de la tapa se soldó una cupla de 1 pulgada, para la conexión del sistema de retorno de VOCs y el mecanismo de apertura (por medio de un brazo nuevo). Además, se cambió el sello de goma original por uno de fibra cerámica.

B. Sistema de retorno de VOCs: se construyó en cañería de 1 pulgada de diámetro, dividido en dos tramos, desacoplables por medio de uniones doble rosca. De esta manera se facilita la apertura/cierre, el armado/desarmado y la limpieza de las partes, así como su modificación a futuro. El conducto cuenta con dos válvulas, una de venteo y testeo de VOCs (ubicada encima de la tapa) y otra de redirección de estos compuestos hacia la cámara de combustión. El sistema de retorno se fija por medio de un nuevo soporte unido al borde superior del cuerpo de la retorta y una placa en la parte inferior, a la altura de la cámara de combustión, por donde ingresa a la misma.

C. Sistema de recogida de líquidos piroleñosos: se soldó un niple de 1 pulgada de diámetro en el fondo de la cámara de pirólisis, el cual sirve de unión con un tubo externo, del mismo diámetro y 25 cm de largo, que permite recoger la fracción líquida no volátil. A tal fin, se fabricó una malla metálica que se coloca en la parte inferior de la cámara de pirólisis generando un espacio libre en el fondo de la misma. Se adicionó una válvula en el extremo inferior del sistema para su posterior drenado.

D. Cámara de combustión: se mantuvo el quemador anular de gas envasado original y por debajo del mismo se ubicaron un par de picos quemadores tubulares que se conectan con el sistema de retorno de VOCs. En la zona abierta del cuerpo externo, se adicionó una puerta con marco y hoja que pivota sobre bisagras. La

hoja tiene también un vidrio cerámico y una válvula de regulación de entrada de aire para el momento de quemado de volátiles. La hoja se prensa contra el marco para lograr un sello metal-metal. En la base de la cámara se agregó una segunda válvula para la regulación de la entrada de aire durante el quemado de volátiles. Una chapa de acero inoxidable espejado permite controlar la presencia de llama estando de pie frente al dispositivo.

E. Aislamiento: para mejorar la eficiencia energética del sistema, se agregó una capa de lana de roca de ½ pulgada de espesor recubriendo el interior del cuerpo externo de la retorta. Este material aislante se fijó mediante una camisa interna de chapa galvanizada, y se sellaron las zonas expuestas con cinta de aluminio autoadhesiva.

F. Acondicionamiento externo: el cuerpo metálico de la retorta (excepto el cobre) se limpió con cepillo de acero, se le agregaron dos manijas para facilitar el traslado (ya que su peso aumentó respecto de la versión inicial) y se pintó de negro.

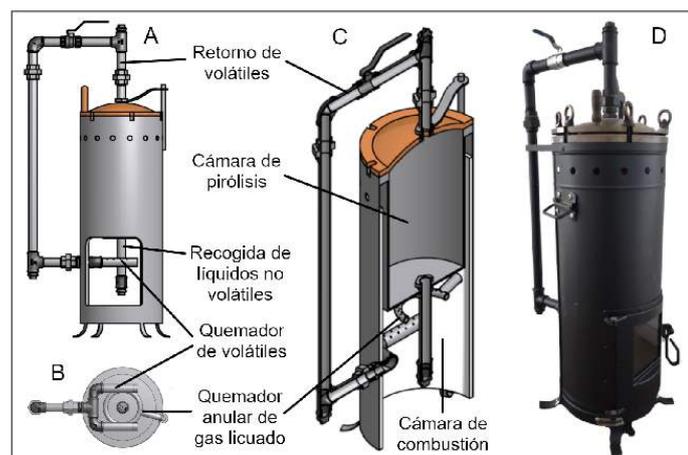


Figura 2. Diseño y modelado 3D de la retorta de carbonización. A: Vista lateral. B: Vista desde abajo, con detalle de los quemadores de gas licuado y VOCs. C: Vista en corte. D: Fotografía del aparato terminado.

Si bien el presente trabajo describe el proceso de adaptación, es necesario aclarar que, excepto el testeo primario realizado por Hacono, aún no se ha desarrollado un protocolo de carbonización para la retorta, y perfeccionado el mismo según la naturaleza del material a ensayar. En este sentido, se plantea a futuro realizar una adaptación al sistema, mediante el cambio de la válvula de venteo por un termómetro de vaina, con el objetivo de lograr un control más preciso de la temperatura y del avance del proceso de carbonización.

Esta tecnología permitirá producir carbones y carbonilla a partir de diversas fuentes de biomasa, aptas para distintas aplicaciones, en una escala piloto, generando volúmenes de productos aptos para ser testeados en condiciones reales de uso.

Bibliografía citada

FAO. (2020). Introducción a la dendroenergía. Colección Documentos Técnicos N°21. Buenos Aires, Argentina. <https://doi.org/10.4060/cb0619es>

Raffaeli, N. (2022). Dendroenergía: biocombustibles sólidos derivados de la madera. En Keil, G. D., Spavento, E. M., & Raffaeli, N. (2022). Industrialización de la madera. 202 p. Colección Libros de Cátedra, Edulp, UNLP. <https://doi.org/10.35537/10915/144103>