

Muestra de biochar de la Agencia Alemana para la Cooperación Internacional.



Fotografía: Tim Brunauer / GIZ

El aserrín que vale más

Residuos de eucalipto, pino y otras biomasas pueden transformarse en biochar, un material capaz de retener contaminantes del agua, mejorar suelos y hasta ser componente de baterías eléctricas. Investigadores de la Universidad Tecnológica del Uruguay exploran sus múltiples aplicaciones y su potencial para valorizar residuos forestales.

por María José Fermi

Lo que comenzó en 2021 como una búsqueda de alternativas para mejorar la calidad del agua en los piletones del vertedero de Rivera terminó abriendo un campo mucho más amplio. La respuesta que un grupo de investigadores de la Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC) viene explorando tiene forma de un material negro, poroso y rico en carbono: el biochar o biocarbón.

"La forma más simple de definirlo es como un material rico en carbono producido a partir de biomasa", explica la investigadora de UTEC, Dra. Raisi Lenz. Se obtiene mediante pirólisis, un proceso que somete un residuo vegetal como aserrín o cáscara de arroz a altas temperaturas en una atmósfera controlada y sin oxígeno. El resultado es un material poroso cuyas características dependen de la materia prima y de las condiciones del proceso (ver recuadro p. 33).

Pensado inicialmente para mejorar la calidad del agua de los piletones del vertedero de Rivera, el biochar demostró una alta capacidad para adsorber colorantes y contaminantes como fosfato y arsénico.

La docente de Ingeniería en Logística, Dra. Victoria Laniella, lo describe de una manera más gráfica: visualmente, el biochar puede parecerse a un carbón o carbonilla, desde un polvo fino hasta pequeños trozos, dependiendo de cómo se produzca y del uso que se le quiera dar.

Y allí está una de las claves de la investigación: no existe un único biochar. Por eso, antes de pensar para qué sirve, es necesario conocerlo.

En UTEC han trabajado principalmente con aserrín de eucalipto, pino y acacia negra, aunque también han experimentado con otras biomasas, como cáscara de arroz y microalgas. En el caso de los residuos forestales, una de las primeras decisiones fue reducir al máximo las variables y utilizar aserrín proveniente de un mismo productor y de un único tipo de eucalipto.

La razón es sencilla: si cambia la materia prima, cambia también el biocarbón obtenido. Esto adquiere especial relevancia cuando se piensa en los pequeños y medianos aserraderos del eje Rivera-Tranqueras, donde distintos establecimientos trabajan con diferentes especies y generan residuos de composición variable (ver recuadro p. 39).

Gentileza: UTEC



Algunos miembros del grupo de investigación en biochar de UTEC: Dra. Victoria Laniella, Dra. Raisi Lenz, Dra. Pamela Ladwig Muraro, Mag. Richard Pereira e Ing. Cecilia Gularte.

EL AGUA FUE EL COMIENZO

El primer capítulo de esta investigación surgió a partir de una visita al vertedero municipal de Rivera en 2021. Allí, el equipo conoció los piletones con agua que reciben el lixiviado (líquido que se genera cuando los residuos orgánicos se descomponen) y se planteó si el biochar podía contribuir a remover contaminantes de ese fluido. Esto es posible gracias a su superficie, porosidad y alta capacidad de adsorción, que permite que distintos elementos queden adheridos a su superficie.

"La propuesta era mejorar la calidad de esa agua, porque es la que desborda en el afluente de un arroyo", detalla Laniella. No se trataba de purificar ni potabilizar, sino de reducir su carga contaminante antes de que llegara al curso de agua.

Dada la dificultad de trabajar directamente con el agua de las piletas con lixiviado, el equipo simuló el problema en laboratorio utilizando azul de metileno, un colorante empleado como referencia en estudios de adsorción. "Si retiene azul de metileno, puede servir para retener otros contaminantes orgánicos de estructura molecular similar", explica Lenz, quien también es docente en las carreras de Ingeniería en Logística e Ingeniería en Control y Automática de UTEC. El trabajo contó con apoyo de investigadores de Uruguay y Brasil, y con la puesta en marcha del horno para producir biocarbón por parte del laboratorista Carlomagno González.

Los ensayos con biochar de eucalipto y pino mostraron buenos resultados, que luego se extendieron a otros colorantes, como el amarillo de tartrazina, y a contaminantes emergentes como fosfato y arsénico.

¿QUÉ ES EL BIOCHAR?

El biochar o biocarbón es un material vegetal rico en carbono, ligero, negro y muy poroso, cuyo aspecto y textura son similares a los del carbón. Puede elaborarse a partir de distintos residuos vegetales como madera, cáscaras, restos de cultivos y desechos de fábricas de papel, aserraderos y cervecerías, entre otros.

Para obtenerlo, la biomasa se calienta a temperaturas de entre 250 °C y 900 °C en un dispositivo similar a un horno con ausencia o limitación de oxígeno. Este proceso se denomina pirólisis. Al no haber oxígeno suficiente la biomasa no arde. Esto permite capturar y fijar hasta la mitad de su carbono en el biochar, evitando que todo se libere a la atmósfera como CO_2.



Gentileza: UTEC

Biochar producido por UTEC.



Gentileza: UTEC

Experimentación con biochar como mejorador de suelos.

En 2022, el proyecto ganó fondos que le permitieron construir un piloto de filtro flotante. Aunque no llegó a ser funcional a escala real, dejó un hallazgo inesperado: los filtros que combinaban biochar y lana de descarte lograron una remoción muy superior a la obtenida al utilizar biochar y algodón. “Removía cerca del 99%, y en minutos ya habíamos alcanzado esa remoción máxima”, detalla Lenz, quien aclara que esos resultados deben volver a chequearse y seguir investigándose.

Como mejorador de suelos, el biochar con nanopartículas de titanio y plata aceleró la germinación de la lechuga. En especies nativas como la pitanga funcionó mejor sin nanopartículas.

DESPUÉS LLEGÓ EL SUELO

La segunda gran línea de investigación comenzó en 2024, a partir de un proyecto financiado por el Ministerio de Ambiente, para estudiar el biocarbón como mejorador de suelos. La investigación exploró la combinación del biochar con nanopartículas de titanio y plata, gracias al aporte de la especialista en nanotecnología, Dra. Pamela Ladwig Muraro, con el objetivo de evaluar su efecto sobre la germinación de semillas.

Los ensayos se realizaron con lechuga y árboles de especies nativas como cina-cina, pitanga y jacarandá, en el marco de una propuesta centrada en la generación de “islas verdes” en la ciudad de Rivera contra las olas de calor urbanas. “Existe mucha literatura sobre el biochar como mejorador de suelo. Es hasta una práctica ancestral utilizar el carbón de las quemas, pero en este caso avanzamos también con lo relacionado a nanopartículas”, señala Laniella.

Los resultados mostraron respuestas diferentes según la especie. La lechuga tratada con biochar modificado con nanopartículas germinó más rápido, mientras que en los árboles nativos el biocarbón funcionó mejor sin ese agregado.

También se identificó la importancia de la dosis. "Al 5% [de biochar en la tierra] crecían despacio, pero de forma sostenida; al 10% hubo una explosión de crecimiento inicial, pero después los del 5% los superaban; y los que se trataron al 15% se secaron", relata Laniella sobre una prueba de 60 días con plantines de pitanga.

Actualmente, esta línea de estudio continúa en un trabajo conjunto con otras instituciones del Polo Educativo de Rivera, que prueba distintas proporciones de biochar en plantines de timbó.

Y APARECIERON NUEVOS USOS

Uno de los hallazgos más singulares se originó por una vía ajena al suelo y el agua. Una muestra de biochar de eucalipto producido en Rivera llegó a investigadores vinculados a la Universidad Federal de Pelotas, en Brasil, y posteriormente fue evaluada en China para su utilización como componente de baterías.

El biocarbón fue probado como alternativa al grafeno usado para fabricar baterías de iones de sodio, que es un insumo más costoso y difícil de sintetizar. Los primeros resultados fueron positivos y el trabajo está en proceso de publicación.

Las grandes industrias forestales reutilizan sus residuos para generar electricidad. En cambio, los pequeños aserraderos tienen dificultades para gestionarlos.









+6.000 PERSONAS TRABAJANDO
+1.800 EMPRESAS PROVEEDORAS
16 DEPARTAMENTOS

Desde el vivero hasta la producción de celulosa, **alentamos el talento uruguayo** en cada etapa de nuestra cadena productiva.

Montes del Plata

En Rivera, esta línea también está siendo estudiada por el investigador experto en grafeno, Dr. Guilherme Kurz Maron. Su trabajo explora otra vía de producción: en lugar de pirolizar el aserrín en un horno, se arma una película delgada con el material y se utiliza un láser para obtener un producto poroso y rico en carbono. “Es una nueva ruta de síntesis de materiales carbonosos”, resume Lenz.

La exploración de nuevas aplicaciones plantea, sin embargo, una necesidad más básica: producir suficiente material para investigarlas. El horno de pirólisis del laboratorio de UTEC, donado por la Universidad Federal de Pelotas, permite actualmente producir cantidades pequeñas de biocarbón.

Para superar esa limitación, el equipo trabaja junto con la Intendencia de Rivera y docentes de la carrera de Ingeniería en Control y Automática en un horno piloto capaz de procesar medio kilogramo. Esto permitirá disponer de mayor cantidad de biochar y avanzar en ensayos más próximos a las condiciones reales.

“Los grandes desafíos hoy por hoy son logísticos”. Dra. Victoria Laniella, UTEC

EL RESIDUO COMO OPORTUNIDAD

La versatilidad del biocarbón es especialmente relevante cuando se observa al sector forestal desde la perspectiva de los residuos. A lo largo de la cadena aparecen aserrín, costaneros, despuntes, corteza y otros materiales que pueden tener diferentes destinos. En las empresas forestales de gran porte, buena parte de esos residuos ya son utilizados para generar energía eléctrica que alimenta la propia cadena de valor. En los establecimientos pequeños, en cambio, pueden quedar residuos más difíciles de gestionar.

Gentileza: UTEC



Filtro con biochar con capacidad de adsorción de colorantes y contaminantes.

MEZCLAS Y MÁS MEZCLAS

La mayoría de los aserraderos pequeños y medianos del eje Rivera - Tranqueras no trabajan con una sola especie de madera, sino que generan residuos de composición variable. Esto plantea un desafío para una eventual producción de biochar a mayor escala, que podría requerir combinar residuos de distintos aserraderos para alcanzar un volumen suficiente.

Por eso, un proyecto de iniciación científica de UTEC –a cargo del estudiante Luis Rafael Soares– estudió distintas combinaciones de aserrín de pino y eucalipto, en proporciones que incluyeron 25% y 75%, y 50% y 50%, para caracterizar los biochars obtenidos. El objetivo fue conocer cómo cambia el material al modificar la composición de la materia prima, un aspecto clave para pensar en su futura producción a escala.

De 1 gramo de aserrín se obtienen 0,15 gramos de biochar: el proceso reduce el volumen del residuo en 85%.

“Juntos, todos los aserraderos de pequeña y mediana escala producen los mismos descartes que un aserradero grande”, resume Laniella.

La transformación en biocarbón, además de valorizarlos, reduce enormemente el volumen del material. En los procesos desarrollados por UTEC, de 1 gramo de aserrín se obtienen 0,15 gramos de biochar. Es decir, los residuos se achican un 85%. Así, pues, “la reducción de volumen es una de las grandes ventajas que tiene el biochar en la gestión de descartes de la madera”, explica Laniella.

Sin embargo, convertir aserrín en biocarbón no está exento de desafíos. El residuo debe recolectarse, acondicionarse y transportarse. “Los grandes retos hoy por hoy son logísticos”, afirma Laniella. La dispersión de pequeños aserraderos, la heterogeneidad de las materias primas y los costos de movilizar residuos pueden hacer que una solución técnicamente viable deje de serlo económicamente.

En ese sentido, en UTEC también se han llevado a cabo trabajos enfocados en la dimensión económica y logística del biochar. Por ejemplo, se realizó un estudio de viabilidad económica, a cargo del Mag. Cristian Pérez, para evaluar qué tan rentable resultaría instalar una planta productora de biochar. Este análisis estuvo asociado, además, a un trabajo de tesis final sobre la gestión de otro tipo de residuos.

Gentileza: UTEC



Pesaje de biochar producido en Rivera.

EL DESAFÍO DE SALIR DEL LABORATORIO

Mientras el trabajo avanza en el laboratorio, el interés empresarial comienza a aparecer. Las investigadoras han recibido consultas de privados que generan residuos madereros y buscan alternativas de valorización, de emprendimientos interesados en instalar equipos para producir biochar y de actores vinculados a los créditos de carbono.

"Existe un interés creciente por parte del sector empresarial", señala Lenz.

Después de algunos años de trabajo, el grupo entiende que uno de los próximos desafíos es fortalecer la conexión entre quienes investigan, quienes generan residuos y quienes pueden convertirlos en productos. La propuesta, según Laniella, es "crear una red que nos conecte y permita saber qué tipos de biochar se están estudiando en el país, qué tecnologías se implementan, qué aplicaciones se están probando y dónde están las oportunidades de colaboración".

El biochar no es una solución única para los residuos forestales, sino una pieza más dentro de una cadena que busca aprovechar cada vez mejor la madera. La valorización de lo que antes eran desechos dejó de ser una opción para convertirse en una necesidad.

"Existe un interés creciente por parte del sector empresarial". Dra. Raisi Lenz, UTEC



Siembra de plantas nativas que fueron fertilizadas con biochar.

Gentileza: UTEC