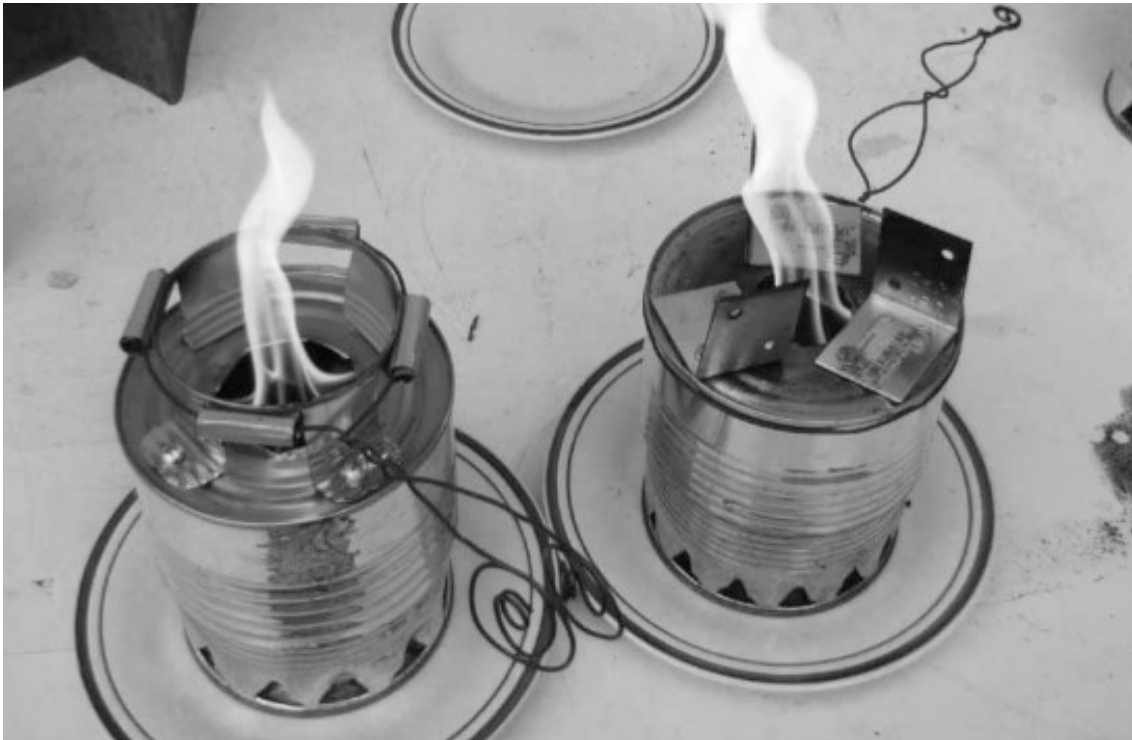


# Aprender de manera práctica con biocarbón

*Explora la nueva tecnología asociada a esta forma de carbón que absorbe el carbono y ayuda al crecimiento de las plantas.*



Por **Darlyn Wendlandt** y **Kelpie Wilson**

Traducido por **Sonia Svetaz**

Reducir la huella de carbono es una meta crucial para el futuro de nuestra sociedad y, para lograrla, existen numerosas y novedosas maneras de comprometer a estudiantes, amigos y familias. Sin embargo, además de reducir las emisiones de carbono, para conseguir un futuro más ecológico se necesitarán nuevas tecnologías capaces de reducir el dióxido de carbono en nuestra atmósfera. La producción de carbón vegetal, o biocarbón, es un área en crecimiento. Éste permite capturar el CO<sub>2</sub> y almacenarlo por miles de años,

mientras enriquece la tierra y ayuda a las plantas a crecer.

Simple, el biocarbón es carbón limpio y seguro de usar para mejorar la tierra. El biocarbón se produce mediante la quema de biomasa sin el oxígeno que provocaría incendios. La quema de madera y otros materiales de las plantas produce un gas inflamable que, a su vez, produce energía. Las consecuencias del biocarbón en la ciencia moderna todavía se investigan, pero la idea de agregar carbón a la tierra está basada en tradiciones muy antiguas.

Especialmente, en las tierras Terra Preta (“tierra negra” en español), que se encuentran en la cuenca del Amazonas, fueron creadas por indígenas a lo largo

de miles de años. Estas tierras brindaron cosechas que alimentaron a una población de millones.

Los científicos están interesados en el biocarbón por dos razones principales: su valor como acondicionador para la tierra y su capacidad de retener el carbono en la tierra por largos periodos de tiempo. Funciona como un aditivo agrícola ya que le provee a la tierra una estructura de carbono estable que absorbe y retiene los nutrientes el agua, los cuales quedan a disposición de las raíces de las plantas. El biocarbón no se degrada fácilmente y puede permanecer en la tierra por millones de años. Esta característica lo transforma en un elemento capaz de mejorar la tierra de manera eficaz y duradera así como también de controlar, y hasta reducir, la producción de CO<sub>2</sub>.

La quema de biomasa se considera un proceso de carbono neutral, ya que el CO<sub>2</sub> liberado al quemar la biomasa es el mismo que el que las plantas expulsan a la atmosfera en una primera instancia. Cuando enterramos el biocarbón y, por lo tanto, capturamos el CO<sub>2</sub> podemos eficazmente reducir la cantidad de dióxido de carbono concentrado en la atmósfera. Los investigadores estiman que el biocarbón puede secuestrar hasta un 12% de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero.

Para los maestros y los estudiantes, el biocarbón ofrece la oportunidad de una actividad simple que no sólo ayuda a reducir el carbono, sino que también lo devuelve al suelo, que es donde se



origina. Es una oportunidad para los alumnos de primaria y secundaria de participar en el terreno de la investigación científica en donde van a tener la posibilidad de descubrir e inventar cosas que son nuevas para el mundo. La manera en la que el biocarbón mejora la tierra es un área de investigación abierta en la que estudiantes y maestros pueden realizar descubrimientos.

Además, los estudiantes pueden producir su propio biocarbón, un proceso que puede ser muy simple o un tanto complicado. Pueden quemarlo en un horno calentado externamente y capturar los gases para otros usos, o, pueden quemar parte de la biomasa para calentar el resto y, así, crear una reacción que se autosostiene.

En un aula de Oregon, estudiantes desde primer hasta quinto grado trabajaron mezclados, así como lo hicieron estudiantes de una escuela secundaria de Washington. Estos jóvenes tuvieron la chance de explorar múltiples aspectos del ciclo del biocarbón. Ambos programas se focalizaron en actividades prácticas para crear y usar el biocarbón y en una temática: encontrar maneras prácticas de incorporar el biocarbón a la comida de la escuela, la energía y los sistemas de tratamiento de residuos. Con el deseo de incentivar a más y más gente a que investigue este interesante material, presentamos en

este artículo algunas de las actividades que hemos realizado.

### **El biocarbón en la escuela primaria**

La escuela Dome de Cave Junction, Oregon, es una escuela pública rural que cuenta con 25 estudiantes de entre 6 y 10 años. Estos niños hicieron del biocarbón la temática de un plan integral de educación. Los estudiantes comenzaron analizando elementos y moléculas, aprendieron que el carbono está en todos los seres vivos (¡incluyendo el azúcar!). Armar un átomo de carbono o una molécula de azúcar con caramelos de goma y palillos fue una tarea exitosa para comenzar esta unidad.

A partir de las moléculas, los estudiantes se focalizaron en el ciclo del carbono, buscando respuestas a preguntas como: ¿Qué es el dióxido de carbono? ¿Cómo se puede detectar? Algunos sencillos experimentos responden estas preguntas.<sup>2</sup> Los alumnos comenzaron preparando agua de cal, para lo cual disolvieron hidróxido de calcio (obtenido de un restaurante mejicano que lo usaba para hacer tortillas) en agua. Cuando soplaban en el agua de cal a través de un sorbete, el CO<sub>2</sub> reaccionaba con la cal para formar carbonato de calcio o caliza. Para comparar, si usamos una jeringa para introducir aire en el agua de cal, no pasará nada. Este experimento demuestra el ciclo del carbono. Además muestra que el carbono se puede eliminar de nuestra atmósfera y capturar como caliza. Este experimento sobre el CO<sub>2</sub> fue seguido de otra actividad, “respiración de dinosaurios”, de la universidad Centro de Investigación Atmosférica.<sup>3</sup> En esta actividad, los estudiantes arrojaron caliza molida (o, alternativamente, la caliza creada en el experimento anterior) en una jarra con vinagre. La caliza se disuelve en el vinagre y libera dióxido de carbono. Dado que la caliza es extraída de formaciones geológicas prehistóricas, es

posible que el CO<sub>2</sub> de la misma provenga originalmente de las exhalaciones de dinosaurios ¡De hace 100 millones de años! Los estudiantes aprenden que todo ser vivo forma parte del ciclo del carbono y que el carbono se puede almacenar por muchísimo tiempo.

Todo ser vivo tiene una historia, y son muchas las historias que se pueden encontrar en el ciclo del carbono. A medida que los niños aprendían sobre el ciclo del carbono, cortaban figuritas para representar el mismo en una pizarra de anuncios. Enseguida la pizarra se llenó de imágenes de plantas, animales, océanos, conchas de mar, automóviles, dinosaurios, pozos petrolíferos y chimeneas. Los estudiantes marcaron el recorrido de una molécula de dióxido de carbono por los cuerpos de animales y plantas, formaciones geológicas, máquinas humanas y la atmósfera. Además, narraron historias basadas en el recorrido de la molécula de CO<sub>2</sub> a través del tiempo y de las vidas de las que fue parte.

El rol de la humanidad en el ciclo del carbono es muy importante. Los estudiantes aprendieron que, mientras la mayoría de los humanos de los tiempos modernos agregan carbono a la atmósfera, los indios de la región amazónica sabían cómo enterrar carbono, lo que les generaba abundantes cosechas. Los chicos estudiaron mitos y leyendas de la Amazonia y escribieron sus propias leyendas sobre los orígenes de la Terra Preta. También usaron parte del biocarbón casero para ilustrar sus historias.

Con la supervisión del maestro, los estudiantes hicieron biocarbón utilizando pequeños gasificadores de contracorriente, algunos de ellos también crearon sus propios gasificadores con contenedores de lata. Esta actividad debe ser supervisada por un maestro y sólo debe intentarse en

grupos pequeños. Estos hornos para hacer biocarbón no se terminaron hasta fin de año, así que para los primeros experimentos con biocarbón se utilizó carbón vegetal comercial hecho con trozos de madera carbonizada. El biocarbón se molió y se mezcló con tierra común en las proporciones de 2 y 1, tierra y biocarbón respectivamente. Los resultados de estos primeros experimentos fueron variados, ya que resultó que una gran concentración del biocarbón comercial tuvo un efecto inhibitorio para el crecimiento de las plantas. Ésta fue una enseñanza importante sobre cómo el biocarbón, dado que viene en diferentes formas y con diferentes propiedades dependiendo de con qué y cómo se hace, no siempre beneficia a la tierra y a las plantas. El biocarbón hecho con trozos de madera, por ejemplo, es alto en materia volátil (alquitrán y petróleo) ya que está hecho para producir energía y no para la tierra. La materia volátil es como el abono puro, cuando los microbios lo consumen, extraen nitrógeno de la tierra, privando a las plantas del mismo. Las plantas con la mayor cantidad de nitrógeno agregado más el biocarbón anduvieron bien. 5 (Ver el recuadro y el apéndice A para una guía de experimentos con biocarbón en plantas basados en lecciones aprendidas).

La venta de plantas que los alumnos habían alimentado en el invernadero de la escuela le dio a estos estudiantes la chance de mostrar su trabajo a la comunidad. Además vendieron tarjetas artísticas con la temática del biocarbón, bolsas de biocarbón y hornos para biocarbón hechos con latas. Recaudaron más de \$400 y cada estudiante recibió \$10. Este ejercicio en el mundo real reflejó los desafíos de la industria emergente del biocarbón. Los estudiantes tuvieron que decidir cómo describir y llamar a sus productos de biocarbón, determinar los costos y fijar los precios.

Con vista hacia el futuro, la escuela Dome desea realizar un horno productor de biocarbón que pueda descomponer la materia orgánica de los suelos de la escuela y usar el biocarbón para mejorar tanto el sistema de abono de la escuela, como la capacidad de que la huerta de la escuela contribuya al programa de almuerzos.

### **El biocarbón en la escuela secundaria**

La escuela secundaria Heritage comenzó su proyecto de biocarbón invitando a los estudiantes a que investiguen por internet. Encontraron muchos artículos sobre los beneficios del biocarbón, aprendieron que el uso del biocarbón como un acondicionador para la tierra implica una gran posibilidad de capturar el carbono y de mejorar el crecimiento de las plantas. Los estudiantes y los profesores fijaron un objetivo: crear energía y abono orgánico a partir de los desperdicios que la misma escuela genera.

Los primeros desafíos fueron encontrar una fuente sostenible de biomasa y armar un horno para quemar la misma. Finalmente, los estudiantes y profesores se decidieron por un diseño a leña. Usaron una réplica de un barril de metal de 55 galones y un horno de bloques de cemento. Aquellos estudiantes en el grupo del biocarbón trabajaron juntos con los estudiantes que realizaban las soldaduras para construir la réplica. Realizaron muchos experimentos con leña los cuales resultaron exitosos. Sin embargo, decidieron que usar leña resultaba muy costoso y, entonces, buscaron una fuente alternativa de biomasa. El cartón no reciclable del programa de almuerzos de la escuela, que de otra manera iría a parar a un basurero, fue elegido como una alternativa más barata y respetuosa del medio ambiente. En cuatro experimentos se probó una mezcla de cartones

## ¿Cómo usar el biocarbón en experimentos con plantas?

1. Encontrar una fuente de biocarbón. A pesar de que el biocarbón es simplemente carbón, el mismo puede tener diferentes propiedades dependiendo de la materia prima utilizada y las condiciones del proceso. Algunas de las posibles fuentes:
  - Las fogatas, una vez que se apaga el fuego, suelen dejar trozos de biocarbón. Para utilizar el método de la fogata, quemar madera hasta conseguir una cantidad de carbón encendido. Luego, utilizando agua, apagar el fuego para no permitir que el carbón se convierta en cenizas. El resultado será una cantidad de biocarbón.
  - Hoy en día el biocarbón está a la venta por internet y en muchas regiones, se puede comprar carbón comercial hecho con trozos de madera para asar comidas. Este biocarbón posee un alto contenido de materia volátil y funcionará mejor si antes de usarse se rompe en trozos más pequeños y se deja “envejecer” durante algunos meses enterrado en abono. Nunca utilice briquetas de carbón ya que pueden contener aditivos que pueden ser dañinos para la tierra.
  - Una investigadora de biocarbón usa en las plantas de su casa biocarbón gastado de filtros de acuario. El mismo tiene impregnado nutrientes de los desechos de pescados.
  - Construir un horno gasificador con contenedores de lata para conseguir pequeñas cantidades de biocarbón. Las instrucciones para el mismo se encuentran en <http://dome-school-biochar.wikispaces.com/Resources>.
2. Aquellas personas con habilidades para fabricar cosas con metal pueden buscar en internet planes abiertos para unidades de limpieza por pirolisis hechas de tambores de metal y otros materiales.
2. Agregar nutrientes al biocarbón. El biocarbón es un acondicionador para la tierra, no un fertilizante. Se puede agregar biocarbón a la tierra junto con estiércol, abono, o cualquier otro fertilizante. Ya que el biocarbón es poroso y absorbe nutrientes y agua, se puede pre-cargarlo hundiéndolo en un fertilizante líquido. La escuela Dome probó con emulsión de pescado, líquido de alga marina y orina.
3. Chequear el biocarbón. Hay dos pruebas simples, una prueba de evitación de gusanos y una prueba de germinación de semillas, para descartar mezclas de biocarbón que tengan componentes dañinos.
4. Decidir qué variaciones chequear.
  - Si solo se tiene una combinación de biocarbón y fertilizante, probar diferentes concentraciones de biocarbón en la tierra. Una buena forma de empezar es una proporción de 2 y 1 según el volumen, 2 de tierra, 1 de biocarbón. Probar una concentración más baja y una más alta. Si se posee más de un tipo de biocarbón, probar varias concentraciones para cada tipo.
  - Prestar atención al control. La tierra comercial para macetas suele contener todos los nutrientes que las plantas jóvenes necesitan, así que es probable que no se note mayor diferencia entre las plantas con biocarbón y el control. Para el

control, buscar tierra común de los alrededores. Las investigaciones muestran que el biocarbón produce el efecto más notable en las tierras pobres como aquellas que se encontraron en el Amazonas y otras aéreas tropicales.

y pequeños trozos de madera y otra de papeles de diarios, cartones y desechos de patios.

También se probaron diferentes fuentes para calentar el horno. El primer intento, crear una fogata debajo del barril de 55 galones, no tuvo buenos resultados. Además, las fogatas no están permitidas en los terrenos de la escuela ni alrededores y generan mucho humo desde un comienzo. Como consecuencia de este primer intento fallido, el equipo busco mejorar la forma de calentar el horno. Primero lo calentaron con un calentador proveniente de un horno a petróleo, cuya energía era generada por biodiesel hecho con los restos de aceite del servicio de comidas. A pesar de que el método casi no genero humo ni emisiones, no sirvió para conseguir la temperatura buscada para quemar toda la biomasa que se encontraba dentro del barril. Se iban a tener que usar contenedores más pequeños para que el calor se distribuya mejor o más de una fuente de calor para llegar a los 300 grados de temperatura que se necesitaban para la pirolisis de la biomasa. El exceso de calor se utilizo para hornear galletas para todos.

Ya que las barbacoas están permitidas en los terrenos de la escuela y alrededores y que son maneras seguras de conseguir fuego, el equipo realizó un diseño el cual se calentaba con propano proveniente de la barbacoa. Cuando el sintegas comenzaba a esparcirse, la barbacoa se podía apagar permitiéndole al sintegas que continúe con el proceso de calentamiento. (Para más detalles de cómo realizar un horno gasificador de biomasa, ver el apéndice B.)

Los estudiantes también aplicaron todo lo que aprendieron sobre la tecnología del biocarbón y realizaron un video educativo utilizando a la mascota de colegio, Char Lee Wolf, destinado a estudiantes más jóvenes.

El equipo del biocarbón proveyó a los estudiantes de agricultura de diversas muestras de biocarbón. Las mismas se sumergieron en diferentes fertilizantes para comparar el avance del crecimiento con la muestras de prueba que se plantaron en la tierra. También se realizaron pruebas de evitación de gusanos, y descubrieron, como resultado, que los gusanos prefieren emulsión de pescado y una mezcla de biocarbón. Esta mezcla también produjo un crecimiento impactante cuando se comparo con la tierra con la mezcla de control.

Al cabo de un año del proyecto, el equipo de biocarbón de la escuela fue invitado para presentar su proyecto ante el comité educativo local y la legislatura estatal. Los resultados de los proyectos



se recopilaron para la competición “Imagine Tomorrow” de la universidad del estado de Washington Pullman. La escuela secundaria Heritage ganó el primer premio por el proyecto con biodiesel, y el segundo premio fue para el equipo del biocarbón. Estos equipos llevaron a su escuela un premio de más de \$ 41.000 en efectivo y muchísimo entusiasmo para futuros proyectos e investigaciones.

Durante el segundo año, los estudiantes diseñaron y testearon diversos hornos de biocarbón fáciles de conseguir usando, por ejemplo, una asadera o una olla a presión. Estos hornos de biocarbón más simples hicieron que cualquier persona pudiera realizar biocarbón de manera sencilla a partir de desechos de patios. El diseño de la barbacoa del equipo de la secundaria Heritage ganó el primer premio en la competición “Imagine Tomorrow” de ese año junto con un premio de \$ 10.000. El equipo está trabajando hoy en día sobre cómo conectar un generador al horno de biocarbón, para así convertir el sintegas en electricidad, mientras que el exceso de calor se usa para calentar agua que es bombeada a través de tubos alrededor del horno, lo que provee un método de calentamiento alternativo para el invernadero.

Como las dos escuelas han demostrado, el biocarbón no es solo una tecnología que está creciendo y que tiene el poder de generar un gran cambio ambiental y de reducir el CO2. El biocarbón es, también, una manera de que los estudiantes aprendan sobre los cambios

climáticos y el ciclo del carbono, así como una manera de que observen y piensen más profundamente en lo que significa la sustentabilidad. A pesar de que estas grandes problemáticas y tecnologías pueda resultar un desafío a la hora de enseñarlas, el biocarbón permite desglosar estos conceptos en actos simples que los humanos han estado haciendo durante siglos, hacer fuego y cultivar alimentos.

---

**Darlyn Wendlandt** es profesor de artes digitales en la escuela secundaria Heritage, creó un proyecto post-escolar para comprometer a los estudiantes de ciencias a que hagan y testeen biocarbón. **Kelpie Wilson** es el editor comunicacional de la Iniciativa Internacional del Biocarbón (International Biochar Initiative), en Cave Junction, Oregon.

**Sonia Svetaz** es traductora literaria y técnico científica en inglés egresada del Instituto de Educación Superior N° 28 “Olga Cossettini”.

