

Apéndice 1 Absorción de CO₂ en productos residuales de la combustión (carbón vegetal): Base para su futuro desarrollo metodológico

Antecedentes

Los materiales carbonizados son el producto de la combustión incompleta de la vegetación y de los combustibles fósiles (Goldberg, 1985). La gama de productos de la combustión tales como el carboncillo, las cenizas, el hollín y el carbón vegetal se denominan genéricamente «carbono negro» (BC, del inglés *Black Carbon*). El BC es una mezcla heterogénea de residuos que poseen una composición química contrastante y, por lo tanto, una resistencia a una degradación biológica o química adicional. Aparecen juntos de manera ubicua en los suelos y en otros sedimentos terrestres, así como en los sedimentos marinos.

Una gran proporción (>80%) de los BC producidos por un incidente incendiario permanecen cerca del lugar donde se han formado. Se incorporan así a los suelos, donde pueden permanecer durante largos periodos. Sin embargo, los BC pueden ser transportados a través de vías fluviales y atmosféricas hacia los sedimentos marinos, la mayor parte de los cuales circula por los sistemas fluviales. Esto se traduce en que la mayoría de las partículas de BC que son transportadas hacia los océanos se depositen en las plataformas costeras mientras que una pequeña parte continúe su trayectoria hacia los sedimentos oceánicos más profundos. Otra fracción de las partículas de BC producidas se dispersa en la atmósfera. Una gran parte de estos componentes de BC poseen tiempos de residencia que pueden ser superiores a los 7 días y son transportados hacia los océanos, donde terminan por contribuir a la fracción de BC de los sedimentos oceánicos profundos, donde son muy estables.

Las concentraciones de BC en la atmósfera terrestre y en la biosfera han suscitado interés en las últimas décadas pues, bajo la forma de aerosoles, son poderosos absorbentes de la radiación solar. Pueden constituirse en un registro de los paleo-ambientes en los sedimentos y en los núcleos glaciales y pueden contribuir considerablemente al aporte de oxígeno hacia la atmósfera a través de las eras geológicas. El BC y, en particular el componente de carbón vegetal, es importante también porque representa una de las pocas vías por las cuales el carbono puede alcanzar un estado relativamente inerte, de modo tal que no pueda recombinarse fácilmente con el oxígeno para formar CO₂. Por lo tanto, hay un fuerte potencial de que el BC actúe como absorbente significativo (sumidero) de carbono desde el ciclo de carbono bio-atmosférico más rápido hacia el ciclo de carbono geológico más lento (a largo plazo) (p. ej., Graetz y Skjemstad, 2003; Schmidt, 2004; Druffel, 2004).

Papel del carbono negro en el balance mundial de carbono

En un estudio reciente sobre la formación y la persistencia del BC en los ecosistemas terrestres, Forbes *et al.* (2006) proporcionan una estimación revisada de la formación de BC a partir de los incendios de la vegetación y de la quema de combustibles fósiles, que se sitúa entre los 50 y los 270 T año⁻¹. Éste es un flujo muy grande de C que plantea una interrogante fundamental, a saber, si la tasa de formación anual de BC es superior o no a la cantidad de C liberada a partir del gran depósito de BC que se ha acumulado ya en los ecosistemas terrestres y marinos. Si bien en la actualidad no es posible responder definitivamente a esta pregunta, es importante continuar las investigaciones que permitan el futuro desarrollo de una metodología que dé cuenta del BC en los inventarios de gases de efecto invernadero, así como una mejor comprensión del papel que juega el BC en el balance mundial de carbono.

Forbes *et al.* (2006) identificaron también un conjunto importante de temas a abordar para posibilitar el desarrollo de una metodología fiable. Identificaron la necesidad de describir las tasas de formación de BC de una manera coherente y sugirieron que sean expresadas en términos de porcentaje de la cantidad del C consumido (CC) por el fuego. Hallaron que al expresarlas de esta manera (BC/CC), las tasas de formación de BC son <3 por ciento para los incendios de herbales y praderas y de un 4 a un 5 por ciento para los incendios forestales. Los autores llegan a la conclusión de que las estimaciones de la formación de BC basadas solamente en mediciones físicas son muy poco fiables (conducen a sobreestimaciones significativas) pues no permiten identificar ni cuantificar con exactitud los componentes de BC de los residuos post-incendios que contienen también una gama de materiales provenientes de una combustión parcial.

El BC está sometido a tasas lentas de degradación por procesos fotoquímicos y procesos microbianos en los suelos y en los sedimentos, pero el conocimiento sobre las tasas a largo plazo y los factores que las afectan es muy limitado. La investigación, como la de algunos estudios de incubación, ha mostrado que la degradación del BC a través de procesos biológicos es muy lenta. Otras pruebas sugieren también una degradación muy lenta del BC; el BC puede constituir hasta el 40 por ciento del carbono orgánico en los suelos terrestres y el 12 al 31 por ciento de los grandes depósitos de C en los sedimentos oceánicos profundos y posee edades de radiocarbono en los suelos que son superiores a los miles de años. En consecuencia, el BC parece tener una vida media significativa del orden de los miles de años y, por esto, es el material derivado de la biomasa más estable del

ciclo del C biosférico. Esta relativa inercia significa que la estimación de 3 a 5 por ciento de carbono convertido en BC durante los incendios de bosques, praderas y herbales, debe considerarse un componente significativo del ciclo de carbono mundial con un tiempo de rotación muy lento.

Conclusiones

Para poder evaluar mejor la influencia del BC en el ciclo mundial del carbono se necesita una mayor comprensión de las tasas de producción y degradación del BC para los ecosistemas que están expuestos a extensos incendios de la vegetación. Más aún, es necesario entender cómo evaluar el transporte fluvial y eólico del BC a la escala fina, así como comprender mejor las tasas de degradación del BC en los sedimentos terrestres y marinos. Esto permitirá desarrollar una metodología que dé cuenta del BC en los inventarios de gases de efecto invernadero y minimice las incertidumbres y discrepancias en relación con las estimaciones de los flujos de BC entre la atmósfera, la biosfera y los océanos. El resultado será un balance mundial de carbono negro más exacto y una comprensión mejorada del papel que juega el BC como sumidero potencial en el ciclo mundial del C.

Referencias

- Druffel, E.R.M. (2004). Comments on black carbon in the global carbon cycle. *Marine Chem.*; **92**:197-200.
- Forbes, M.S., Raison, R.J., and Skjemstad, J.O. (2006). Formation, transformation and transport of black carbon (charcoal) in terrestrial and aquatic ecosystems. *Journal of the Science of the Total Environment* (in press).
- Goldberg, E.D. (1985). *Black Carbon in the Environment: Properties and Distribution*. John Wiley and Sons, New York; 198 pp.
- Graetz, R.D. and Skjemstad, J.O. (2003). The charcoal sink of biomass burning on the Australian continent. CSIRO Atmospheric Research Technical Paper; no 64.
- Schmidt, M.W.I (2004). Carbon budget in the black. *Nature*; **427**:305-306.