



Los suelos ribereños del Iztaccíhuatl como sumideros de carbono

Juan Carlos Sandoval Aparicio^{1*}
Gerardo Cruz Flores²
Alma Bella López López²

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Programa de Edafología, Texcoco, Estado de México, México

² Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Ciudad de México, México.

*Autor para correspondencia: sandoval.juan@colpos.mx

Los ecosistemas ribereños de montaña desempeñan un papel fundamental en la regulación del clima mediante el almacenamiento de carbono orgánico en el suelo. En el volcán Iztaccíhuatl, la interacción entre el agua, los materiales volcánicos y la vegetación ribereña favorece la acumulación y estabilización del carbono en estos entornos. Este manuscrito explica por qué los suelos ribereños funcionan como sumideros naturales de carbono, cómo esta función se relaciona con la estructura del suelo y el régimen hidrológico, y cuáles son las consecuencias de su degradación. Comprender estos procesos es clave para valorar la importancia ecológica y la conservación de los ecosistemas de montaña.

**Los suelos ribereños de montaña
funcionan como sumideros de
carbono.**





Introducción

El Iztaccíhuatl es uno de los sistemas montañosos más emblemáticos del centro de México. Sus paisajes volcánicos, bosques y praderas de alta montaña ofrecen funciones ecológicas que podemos admirar, como la provisión de agua o la belleza del paisaje. Pero, ¿sabías que una de las funciones más cruciales para mitigar el cambio climático ocurre silenciosamente bajo nuestros pies? Se trata del almacenamiento de carbono orgánico en el suelo.



En particular, los suelos que se desarrollan a lo largo de arroyos y manantiales, conocidos como suelos ribereños, actúan como reservorios naturales de carbono. Tal como se observa en la Figura 1, estos ambientes combinan agua, vegetación y suelos en un sistema altamente dinámico. Estos suelos no solo sostienen la vegetación y regulan el flujo del agua, sino que también contribuyen a mitigar el cambio climático al retener carbono durante largos periodos. Pero, ¿cómo logran estos suelos atrapar y guardar el carbono durante siglos? ¿Qué secretos esconden sus capas más profundas y qué sucede cuando estos frágiles ecosistemas se degradan? A lo largo de este texto, exploraremos los mecanismos que convierten a las riberas del Iztaccíhuatl en aliados silenciosos contra el cambio climático y por qué su conservación es más importante de lo que imaginamos.

Desarrollo

Las riberas de montaña como sistemas edáficos dinámicos

Las riberas de montaña corresponden a las franjas de suelo adyacentes a corrientes de agua permanentes o intermitentes. En estos espacios, el suelo está bajo la influencia constante del régimen hidrológico, lo que genera condiciones edáficas distintas de las de las laderas o tierras altas cercanas.



En el Iztaccíhuatl, las riberas se desarrollan sobre materiales de origen volcánico y en un contexto topográfico complejo. La presencia frecuente de humedad favorece la acumulación de materia orgánica y promueve una intensa actividad biológica. Como resultado, los suelos ribereños presentan colores oscuros, alta porosidad y una estructura bien desarrollada, características que los distinguen claramente del resto del paisaje montañoso.

Estos ambientes funcionan como zonas de transición donde confluyen procesos hidrológicos, biológicos y edáficos. Esta interacción constante explica su alta productividad y su notable capacidad para almacenar carbono orgánico en el suelo.

Figura 1. Arroyo de montaña en las riberas del Iztaccíhuatl. La interacción entre el flujo de agua, la vegetación ribereña y los materiales volcánicos favorece la acumulación de materia orgánica y el desarrollo de suelos ricos en carbono.

El carbono orgánico del suelo y su papel en la regulación del clima

El carbono orgánico del suelo es una fracción fundamental de la materia orgánica y constituye uno de los principales reservorios de carbono en los ecosistemas terrestres. Su importancia radica en que el carbono almacenado en el suelo permanece fuera de la atmósfera, lo que reduce la concentración de gases de efecto invernadero.



En el Iztaccíhuatl, la interacción entre agua, suelo volcánico y vegetación, favorece la acumulación y el secuestro de carbono en el suelo.



El suelo no es un simple almacén estático donde el carbono queda atrapado sin más. Por el contrario, es un espacio dinámico y con vida: el carbono entra al suelo a través de restos vegetales, raíces y exudados; se transforma gracias a la actividad de incontables organismos (bacterias, hongos, lombrices); y se estabiliza al asociarse con minerales y dentro de los agregados del suelo, lo que permite que quede protegido por largos periodos. Cuando estas condiciones se mantienen, el carbono puede permanecer almacenado durante décadas o incluso siglos.

El carbono orgánico del suelo contribuye a la regulación del clima y a la estabilidad de los ecosistemas de montaña.



En los ambientes ribereños de montaña, la incorporación de materia orgánica es continua, mientras que la descomposición se ve

regulada por la humedad del suelo y las temperaturas relativamente bajas. Esto genera un balance favorable para la acumulación y conservación del carbono.

Los suelos ribereños del Iztaccíhuatl y su capacidad para retener carbono

Los suelos ribereños del Iztaccíhuatl presentan una elevada capacidad de almacenamiento de carbono debido a la combinación de varios factores. El material parental de origen volcánico favorece la retención de agua y la protección física de la materia orgánica dentro de la estructura del suelo. Esta característica permite que el carbono quede menos expuesto a la descomposición rápida.

La vegetación ribereña aporta constantemente hojarasca, raíces y restos orgánicos, lo que incrementa las entradas de carbono al suelo. En los suelos mejor conservados, este aporte se traduce en perfiles con mayor contenido de carbono, tanto en la superficie como en capas más profundas, especialmente en zonas con saturación temporal. Como se aprecia en la Figura 2, los horizontes superficiales oscuros indican una alta acumulación de carbono orgánico. En el segundo horizonte se observa además una capa de materiales orgánicos enterrados, evidencia de antiguos aportes vegetales que quedaron protegidos por procesos de sedimentación y dinámica fluvial.



Proteger los suelos ribereños es una estrategia clave para la conservación del suelo, la biodiversidad, el agua y la regulación del clima.



La estructura del suelo desempeña un papel clave. Los suelos con mayor contenido de carbono orgánico tienden a formar agregados más estables, lo que refuerza la protección del carbono y mejora la resistencia del suelo frente a la erosión.

Relación entre carbono, estructura del suelo y agua

El almacenamiento de carbono en el suelo está estrechamente vinculado con la estructura edáfica y la dinámica del agua. Un suelo rico en carbono orgánico presenta mayor porosidad y una mejor capacidad de retención de agua, lo que favorece la infiltración y reduce la escorrentía.

En las riberas bien conservadas, esta relación se traduce en suelos más estables y funcionales. Durante eventos de lluvia, el suelo actúa como una esponja que absorbe el agua y la libera gradualmente. Esta función reguladora es especialmente importante en zonas de montaña, donde las pendientes pronunciadas incrementan el riesgo de erosión y pérdida de suelo. Así, el carbono orgánico contribuye simultáneamente a la regulación climática, a la estabilidad del suelo y al funcionamiento hidrológico de la cuenca.



Figura 2. Perfil de un suelo ribereño del Iztaccíhuatl. El horizonte superficial oscuro indica acumulación de carbono orgánico. En el segundo horizonte se distingue una capa de materiales orgánicos enterrados, producto de antiguos aportes vegetales y procesos de sedimentación. Las tonalidades rojizas más profundas evidencian procesos de oxidación asociados a la dinámica del agua y a la fluctuación del nivel freático.



Figura 3. Erosión en una ribera de montaña. La remoción del suelo superficial expone raíces y materiales gruesos, lo que implica pérdida de estructura y de carbono orgánico almacenado.

Consecuencias de la degradación de las riberas

Las riberas de montaña son ecosistemas sensibles a los cambios de uso del suelo. Actividades como la agricultura intensiva, el pastoreo excesivo o la eliminación de la vegetación ribereña alteran el equilibrio entre la incorporación y la pérdida de materia orgánica.

Cuando estos sistemas se degradan, el suelo pierde estructura y estabilidad. La erosión puede exponer raíces y remover horizontes superficiales ricos en carbono, como se observa en la Figura 3. La reducción del contenido de carbono orgánico acelera los procesos de erosión y facilita la liberación del carbono almacenado hacia la atmósfera. Además, se deteriora la capacidad del suelo para regular el agua, lo que afecta el funcionamiento de toda la cuenca. La pérdida de carbono en los suelos ribereños es difícil de revertir. Lo que tardó siglos en acumularse puede perderse en pocas décadas si no se protege adecuadamente.

Conclusiones

Los suelos ribereños del Iztaccíhuatl son mucho más que el terreno que bordea sus arroyos. Funcionan como verdaderos aliados subterráneos en la lucha contra el cambio climático, capturando y almacenando carbono orgánico durante siglos. Pero su valor no termina ahí: al regular el flujo del agua y mantener la estructura del terreno, estos suelos sostienen la vida en la montaña y protegen las cuencas que abastecen a las poblaciones en las tierras bajas.



Sin embargo, lo que la naturaleza tarda siglos en construir puede perderse en pocas décadas. La degradación de las riberas por actividades humanas no solo libera el carbono almacenado a la atmósfera, sino que también desencadena erosión, pérdida de fertilidad y desequilibrios hídricos de los que luego es muy difícil recuperarse.

Proteger estos suelos no es un lujo ecológico, sino una necesidad estratégica. Conservar las riberas del Iztaccíhuatl significa salvaguardar un sistema integrado donde el suelo, el agua y la vegetación trabajan en conjunto para mitigar el cambio climático, asegurar agua limpia y preservar la biodiversidad única de esta montaña emblemática.

La degradación de las riberas rompe el equilibrio del suelo y favorece la pérdida de carbono a la atmósfera.



Entender estos procesos desde las ciencias del suelo y la agronomía nos da las herramientas para valorar lo que está en juego. Porque a veces, los guardianes más importantes del equilibrio del planeta no están en la superficie: están bajo nuestros pies, en la tierra húmeda que bordea los arroyos de montaña.

Literatura recomendada

- Cruz-Flores, G., Guerra-Hernández, E. A., Valderrábano-Gómez, J. M., López-López, A. B., Santiago-Aguilar, I., Castillejos-Cruz, C., Campos-Lince, L. S., Etchevers-Barra, J. D., Hidalgo-Moreno, C., Sandoval-Aparicio, J. C., & Mendoza-Cariño, M. (2019). Base de datos de contenido de carbono en ecosistemas ribereños: cuenca alta y media de la Reserva de la Biósfera Los Volcanes. *Elementos para Políticas Públicas*, 3(1), 13-32.
- FAO. (2017). *Carbono orgánico del suelo: el potencial oculto*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Granados-Sánchez, D., Hernández-García, M. Á., & López-Ríos, G. F. (2006). Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 12(1), 55-69.

Semblanzas de autores

M. en C. Juan Carlos Sandoval Aparicio. Candidato a Doctor en Ciencias en Edafología por el Colegio de Postgraduados. Maestro en Ciencias en Edafología por la misma institución. Biólogo por la FES Zaragoza, UNAM.

Dr. Gerardo Cruz Flores. Doctor en Ciencias (Biología), Prof. De Carreta Titular "B" en la carrera de Biología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Responsable de la Línea de investigación "Relaciones suelo-agua-planta en el manejo de Cuencas".

Dra. Alma Bella López López. Prof. De la Carrera de Biología en la FES Zaragoza, Maestra y Doctora en Ciencias de la Tierra por El Instituto de Geología de la UNAM.

