



Resiliencia forestal: hongos que regeneran bosque tras incendios

Rodrigo Piñón Cervantes¹
María Luisa España Boquera¹
Luis López Pérez^{1*}

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

*Autor de correspondencia: luis.lopez.perez@umich.mx

Introducción

Cuando tras un incendio forestal el fuego se extingue, el silencio y el color oscuro del paisaje hacen pensar que toda forma de vida ha desaparecido. Los animales han escapado, el suelo ha quedado expuesto, los árboles están muertos o dañados y la vida parece haberse detenido (Figura 1). Sin



embargo, bajo la superficie del suelo una red invisible de microorganismos (especialmente hongos ectomicorrízicos) permanece viva y activa, preparándose para desencadenar el proceso de regeneración del bosque. En muchos ecosistemas forestales el fuego forma parte de su historia natural y, lejos de representar un final, marca el inicio de un proceso silencioso de recuperación.

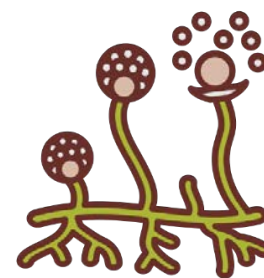
Los hongos ectomicorrízicos, que forman relaciones simbióticas con las raíces de los árboles, actúan como aliados invisibles que facilitan la absorción de agua y nutrientes, conectan las plantas entre sí y estabilizan el ecosistema. En muchos bosques, los incendios son el comienzo de un nuevo ciclo en el que la vida que permanece bajo el suelo adquiere un papel decisivo para que los bosques renazcan de sus cenizas.

Después del fuego la vida del bosque no desaparece, comienza un proceso silencioso de recuperación bajo el suelo.



Figura 1. Bosque después de un incendio.

A lo largo del tiempo, numerosos ecosistemas forestales han convivido con el fuego y han logrado adaptarse a él. Los incendios ayudan a eliminar ramas secas, árboles muertos y exceso de mantillo, lo que permite el crecimiento de nuevos árboles. En regiones donde los incendios son recurrentes, muchas especies vegetales han desarrollado estrategias que les permiten sobrevivir o regenerarse después del fuego. Algunas poseen cortezas gruesas que protegen los tejidos vivos del calor, otras producen semillas que germinan después de la exposición a altas temperaturas y varias especies tienen la capacidad de rebrotar desde la base del tronco o desde sus raíces. Estas adaptaciones permiten que la vegetación reaparezca gradualmente tras el paso del fuego. En México, los bosques templados de la Sierra Madre Occidental (particularmente en estados como Durango, Chihuahua y Jalisco) han convivido históricamente con incendios naturales. Estos ecosistemas, dominados por especies de pino y encino, dependen en gran medida de sus redes de hongos ectomicorrízicos para recuperarse tras eventos de fuego. Estudios recientes han documentado que, incluso tras incendios severos, las comunidades de hongos ectomicorrízicos pueden persistir en capas profundas del suelo y recolonizar rápidamente las zonas afectadas, acelerando la regeneración natural del bosque.



Es normal que ocurran incendios no severos cada cierto tiempo; además, esto evita que se acumule combustible y ocurran incendios graves. Las culturas tradicionales tienen conocimientos ancestrales sobre el manejo del fuego y saben cómo cuidar sus bosques. El problema actual, debido al cambio climático y a la acción humana, es que los incendios han aumentado en intensidad y frecuencia, llegando a superar la capacidad natural de recuperación del bosque.



Severidad del daño causado por el fuego

La intensidad del fuego depende en gran medida de la cantidad de combustible y su grado de humedad; sin embargo, hay otros factores que determinan la severidad del daño causado por el incendio, principalmente la velocidad del frente de las llamas, que depende del viento y del relieve. Los incendios de rápida propagación suelen ser superficiales y pueden favorecer procesos naturales de renovación. Los incendios lentos o latentes pueden extenderse hacia las copas de los árboles y a las partes subterráneas, afectando tanto a las raíces de las plantas como a los organismos del suelo (Figura 2), cuya participación es esencial para la vida del bosque, pues contribuyen a la captura de agua y nutrientes.



Figura 2. Incendio en el Cerro de la Cruz en Acuitzio del Canje, 29 de marzo de 2024.

El suelo es uno de los componentes más afectados tras un incendio severo. El calor reduce la materia orgánica, altera la química del suelo y deja la superficie expuesta a la erosión. Como la mayoría de los incendios ocurren en primavera, poco después del fuego inician las lluvias. La ceniza mojada actúa como una capa impermeable que dificulta la infiltración del agua; además, la pérdida de cobertura vegetal incrementa la escorrentía y favorece el arrastre del suelo fértil, lo que retrasa la recuperación de la vegetación.



El bosque vuelve desde abajo: una red invisible bajo los pies

El éxito de la regeneración de un bosque tras un incendio depende de la severidad del daño sufrido a los árboles, de la presencia y sobrevivencia de semillas y, en gran medida, de la salud del suelo y de las interacciones biológicas que ocurren bajo la superficie.

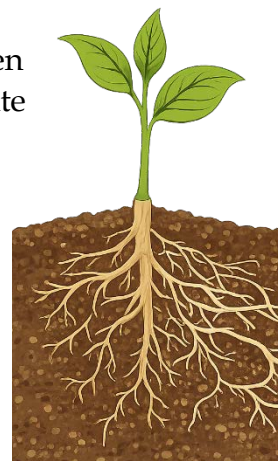
Los incendios no siempre significan destrucción, también pueden activar procesos naturales de renovación

Bajo el suelo existe una extensa red de hongos que vive asociada a las raíces de los árboles. Estos hongos, conocidos como ectomicorrízicos, forman relaciones simbióticas que benefician tanto al hongo como a la planta. A través de sus filamentos, los hongos exploran el suelo más allá del alcance de las raíces y facilitan la absorción de agua y nutrientes, especialmente en ambientes donde estos recursos son limitados. En bosques de pino de Norteamérica, se ha documentado que hasta el 90% de los nutrientes que absorbe un árbol pueden provenir de la red micorrízica; así mismo, en incendios severos la recuperación de la comunidad fúngica puede tomar entre 5 y 15 años, dependiendo de la severidad del fuego y las condiciones del sitio.

Los hongos ectomicorrízicos también contribuyen al reciclaje de los restos orgánicos generados por el fuego y favorecen la movilización de nutrientes dentro del suelo. Sus redes subterráneas conectan diferentes plantas, facilitando la transferencia de recursos y aumentando la estabilidad del ecosistema. Esta red ha sido denominada el “Wood Wide Web” (la internet de los árboles), ya que funciona como un sistema de comunicación y distribución de recursos entre plantas. Además, muchas de sus estructuras pueden sobrevivir en capas profundas del suelo o regenerarse rápidamente cuando las condiciones vuelven a ser favorables.

¿Cómo los hongos alimentan los árboles?

Los hongos ectomicorrízicos actúan como una extensión invisible del sistema radicular de los árboles. Imagina que las raíces de un árbol son como dedos tratando de alcanzar el vaso de agua y alimento de un plato: pueden alcanzar solo lo que está cerca. Los hongos, con sus finos filamentos llamados hifas, funcionan como millones de hilos microscópicos que exploran el suelo mucho más allá de lo que las raíces podrían alcanzar. Este proceso funciona así: 1. Las hifas del hongo se extienden por el suelo como una red subterránea 2. Captan agua y nutrientes (fósforo, nitrógeno, potasio) del suelo





3. Los transportan hacia las raíces del árbol 4. A cambio, el árbol proporciona azúcares (producto de la fotosíntesis) al hongo. Es una relación de trueque: el hongo obtiene alimento que no puede producir por sí mismo y el árbol obtiene nutrientes que no podría alcanzar solo. Esta simbiosis es especialmente crucial después de un incendio, cuando el suelo ha perdido nutrientes y la competencia por los recursos es intensa. Se tienen varios estudios que han mostrado el beneficio de esta asociación (Tabla 1).

Tabla 1. Hongos ectomicorrízicos y su función en la regeneración de bosques post-incendio.

Especie de hongo	Árbol asociado	Función Principal en Regeneración Post-Incendio
<i>Rhizopogon roseolus</i>	<i>Pinus</i> spp. (pinos)	Coloniza rápidamente suelos quemados; facilita establecimiento de plántulas de pino
<i>Cenococcum geophilum</i>	<i>Pinus</i> spp., <i>Quercus</i> spp. (encinos)	Alta tolerancia a estrés; forma esclerocios que sobreviven al fuego; recolonización temprana
<i>Suillus brevipes</i>	<i>Pinus contorta</i> , <i>P. ponderosa</i>	Específico de pinos; esporas resistentes al calor; colonización inmediata post-incendio
<i>Laccaria bicolor</i>	Diversas especies de pino	Conecta múltiples árboles; facilita transferencia de carbono y nutrientes entre plantas
<i>Thelephora terrestris</i>	<i>Pinus</i> , <i>Pseudotsuga</i>	Pionero en suelos perturbados; ayuda a estabilizar suelo y retener humedad

Estos hongos no solo benefician a los árboles individuales, sino que crean redes que conectan toda la comunidad vegetal, permitiendo que las plantas se “comuniquen” y compartan recursos, lo que aumenta la resiliencia del ecosistema ante los incendios.



¿Intervenir o dejar que la naturaleza actúe?

La restauración de bosques quemados puede abordarse a través de una restauración activa, que implica plantar árboles, aplicar fertilizantes y realizar intervenciones directas (esta es útil en áreas severamente degradadas o cuando se busca acelerar la recuperación), o una restauración pasiva, que consiste en proteger el área y permitir que los procesos naturales de regeneración ocurran (esta opción es viable cuando el suelo conserva su banco de semillas y sus comunidades de microorganismos, especialmente hongos ectomicorrízicos). En muchos casos, la restauración pasiva puede ser igual o más efectiva que la activa, además de ser menos costosa; la clave está en evaluar la severidad del daño: si el fuego fue de baja o media intensidad y el suelo conserva su biota, la restauración pasiva promovida por los hongos nativos puede ser la mejor opción.

Recuperar el bosque sin apresurarlo

Reconocer la importancia de los organismos del suelo cambia la forma en que se entiende la restauración forestal, dando prioridad a conservar las condiciones que permiten que el ecosistema vuelva a organizarse por sí mismo.

La restauración de un bosque quemado no siempre requiere intervenciones intensivas. En muchos casos, proteger el suelo durante las primeras etapas resulta más importante que plantar árboles de inmediato. Mantener cobertura vegetal, evitar la compactación y favorecer especies nativas son estrategias que permiten que los procesos naturales de regeneración se desarrollen de forma más estable y duradera (Figura 3).



Figura 3. Regeneración natural de bosque de pino tras incendio forestal
(Imagen generada con IA).



Así mismo, entender el papel de los microorganismos del suelo cambia la manera en que se concibe la restauración forestal. No se trata solo de recuperar árboles visibles, sino de conservar las relaciones invisibles que sostienen al ecosistema.

Conclusión

Los incendios forestales transforman el paisaje de manera inmediata. Cuando se respetan los ritmos naturales de ocurrencia de incendios, estos no representan únicamente destrucción, sino que también activan procesos de renovación que han acompañado a los bosques durante millones de años. La recuperación del bosque depende en gran medida de la salud del suelo y de los microorganismos que lo habitan. Los hongos ectomicorrízicos actúan como aliados invisibles que facilitan la regeneración vegetal y la estabilidad del ecosistema. Comprender su función permite reconocer la importancia de conservar el suelo después del fuego y de promover prácticas de manejo forestal que favorezcan los procesos naturales de recuperación. Difundir este conocimiento abre oportunidades para que estudiantes, técnicos y comunidades participen en la restauración de los ecosistemas forestales después de un incendio y en el manejo responsable del fuego.

Literatura recomendada



Díaz-Raviña, M., Martín-Jiménez, Á., González-Prieto, SJ, & Carballas-Fernández, T. (2018). 10 pasos clave para recuperar los ecosistemas forestales quemados. Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia (IIAG-CSIC), Apartado 122. Avda. Vigo s/n, 15780 Santiago de Compostela, Spain. Disponible en: <https://www.campogalego.es/10-pasos-clave-para-recuperar-los-ecosistemas-forestales-quemados/>

Flores-Rodríguez, A. G., Flores-Garnica, J. G., González-Eguiarte, D. R., Gallegos-Rodríguez, A., Zarazúa-Villaseñor, P., Mena-Munguía, S., ... & Ruíz-Guzmán, E. (2021). Regeneración natural de pino y encino bajo diferentes niveles de perturbación por incendios forestales. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12(65), 3-25. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i65.776>

Martínez-Garza, C., Juan-Baeza, I., León-Carvajal, K., & Hernández-Hernández, M. (2022). La regeneración del bosque después de un incendio. *Inventio*, 18(44), 1-11. Disponible en: <https://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/676>



Semblanza de autores

Ambiental. Rodrigo Piñón Cervantes: Estudiante de la Maestría en Producción Agropecuaria en la UMSNH. Su trabajo se centra en el análisis de incendios forestales mediante el uso de datos satelitales.

María Luisa España Boquera: Profesora investigadora del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la UMSNH. Especialista en el análisis de datos satelitales para estudios forestales.

Luis López Pérez: Profesor e investigador del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la UMSNH. Especialista en estudios de Ecofisiología Vegetal.

