



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS

MEDIDAS DE CONTROL DE INCENDIOS FORESTALES EN CHILE:

¿por qué el fuego afecta al suelo y cómo prevenir sus daños?

Francisco Matus

Director Grupo de investigación ANILLO.

Correspondencia: Francisco Matus (francisco.matus@ufrontera.cl)

Grupo de investigación ANILLO: "FIRING: Efectos multiescala de los incendios forestales extremos sobre la erosión, agua y ciclos biogeoquímicos en suelos forestales naturales y manejados"

Sitio web: <https://proyectofiring.cl>

Introducción

Hasta la fecha en lo que va de temporada 2022-2023 el número total de superficie quemada en Chile supera las 439.304 ha, cifra muy cercana al del 2017 donde la Corporación Nacional Forestal (CONAF) informó que se quemaron más de 547.189 hectáreas. Evidentemente, los incendios forestales son causados por agentes naturales y antropogénicos con una larga historia de influencia en los ecosistemas terrestres y acuáticos de nuestro país. Los efectos de los incendios forestales, que dependen principalmente de su severidad, afectan no sólo la vegetación sino también al suelo y las aguas superficiales y acuíferos de los cuales nos servimos.

Los incendios forestales tienen impactos marcadamente negativos sobre el suelo y sus propiedades, como por ejemplo la porosidad superficial que afecta directamente a la infiltración de agua, la pérdida de materia orgánica y la pérdida de la biodiversidad. Las modificaciones de estas propiedades estrictamente dependen de la intensidad de los incendios forestales, es decir, de la tasa de liberación de energía (temperatura) y de su severidad (magnitud de cambios en el ecosistema quemado) (Foto 1).

La severidad de los incendios a su vez depende de factores ambientales tales como: el patrón climático (temperatura humedad y viento), topografía del paisaje, recurrencia del incendio (historial de fuego en el mismo sitio), biomasa o combustible acumulado, tipo de vegetación y cercanía a los sitios poblados. En incendios de alta severidad la hidrología del suelo se afecta, aumentando la escorrentía superficial y en consecuencia las tasas de erosión. El objetivo de la presente nota es mostrar porqué el fuego afecta al suelo y cómo prevenir sus daños.

El fuego y su efecto en el suelo

El suelo es definido como una unidad funcional que alberga la biodiversidad de microorganismos que generan su fertilidad natural en conexión con el agua y su disponibilidad para las plantas. Por causa de los incendios el suelo se pierde principalmente por erosión hídrica (Figura 1).

El daño principal del fuego sobre el suelo comienza primero por la pérdida de la cobertura vegetal (árboles y arbustos) que protegen su superficie de las lluvias erosivas mientras el dosel (entrecruzamiento de las ramas superiores de los árboles) y los arbustos que crecen bajo los árboles (sotobosque) no cubran al suelo nuevamente como resultados de la regeneración/restauración.



Foto 1. Exitosa toma de muestras en suelos de bosques y plantaciones forestales post incendios extremos en la precordillerana de la Araucanía (Proyecto Anillo).

El suelo contiene materia orgánica, que, en bosques maduros, está en equilibrio, es decir, su nivel se mantiene por la biomasa que el bosque deja en la superficie (hojarasca) y el subsuelo (raíces). Por lo tanto, en bosques quemados, las pérdidas de materia orgánica por descomposición serán mayores a la cantidad de biomasa que se incorpora al suelo, ya que esta se quemó. Entonces el equilibrio se rompe y el ecosistema se empobrece, tanto en disponibilidad de nutrientes como en su capacidad de sustento del ecosistema.

Hay un gran número de artículos científicos que indican que los incendios de alta severidad generan las mayores tasas de erosión, permitiendo que los sedimentos fluyan aguas abajo, produciendo efectos hidrológicos severos en comparación con las áreas no quemadas. Los impactos negativos son devastadores y pueden conducir a la pérdida de la productividad de un ecosistema, es decir, su capacidad de producir o regenerar la biomasa original. El fuego puede cambiar drásticamente la biodiversidad del suelo entre bacterias y hongos, afectando la nutrición de las plantas y finalmente al secuestro de carbono en el corto y mediano plazo. Los incendios producen cambios geomorfológicos (cambios del paisaje) por el sedimento y el rápido embancamiento de los ríos, efecto que puede extenderse más allá del incendio. De hecho, los aumentos en el riesgo de inundaciones y la contaminación de los cuerpos de aguas con sedimentos se registran en extensas superficies incluso afectando las áreas no quemadas en Chile.

La restauración a las condiciones previas del ecosistema quemado puede lograrse después de un período que varía de unos pocos meses a varios años. Esto debido a los cambios inducidos por los incendios en la biología, hidrología y propiedades físico-químicas del suelo que afectan los servicios ecosistemas forestales, incluida la disponibilidad de nutrientes, recursos hídricos y la calidad de los cuerpos de agua, el control de la erosión y las inundaciones y el mantenimiento de la biodiversidad. Sin embargo, el incendio puede tener una menor incidencia en aquellos sectores planos, particularmente en áreas donde las condiciones del paisaje y rápido crecimiento de la vegetación limitan la erosión. La magnitud de estos cambios varía según las condiciones ambientales y de las acciones humanas anteriores y posteriores al incendio.

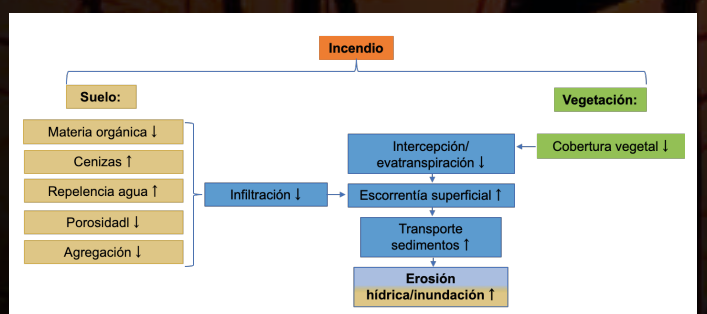


Figura 1. Efecto de los incendios forestales sobre la erosión hídrica a causa de la desprotección del suelo por la pérdida de la vegetación. Se muestran los factores que determinan la erosión y degradación del suelo y los cambios físicos, químicos y biológicos post-incendio. Las flechas próximas a cada factor indican una disminución (↓) o un aumento (↑) de la intensidad del factor (Modificado de Zema, 2023).

Efecto de la severidad de los incendios

Para incendios de baja severidad, el calentamiento del suelo es reducido y el impacto sobre la vegetación es mínimo; por lo tanto, el flujo superficial y la erosión del suelo se reducen en comparación con incendios forestales de alta severidad que pueden alcanzar temperaturas entre 600 y 800°C que suelen ser de corta duración y limitadas a su capa superior (pocos centímetros de la superficie). Sin embargo, la madera carbonizada no es totalmente quemada y es muy susceptible a los nuevos incendios, especialmente cuando estos continúan bajo el suelo por las raíces existentes (fuego de corona).

Si bien las cenizas son benéficas desde el punto de vista nutricional, también son perjudiciales en incendios de alta severidad como aquellos producidos durante la temporada 2016-2017 y 2022-2023. Las cenizas son impulsoras claves de la respuesta hidráulica de los suelos quemados. Las cenizas pueden aumentar la retención de agua al reducir la repelencia por una disminución de los compuestos grasos de la materia orgánica afectada, pero al mismo tiempo, sellan la superficie del suelo formando costras, reduciendo la infiltración y provocando el aumento la escorrentía superficial y el riesgo de inundaciones. Los impactos en la hidrología del suelo después de incendios severos pueden ser extremadamente negativos. La severidad del incendio asociado a las cenizas producidas se considera un indicador clave de la magnitud de los cambios en las propiedades del suelo como en el efecto hidrológico y la recuperación de la vegetación.

Medidas de control

Las actividades de prevención, estrategias, y políticas de manejo y ordenamiento del paisaje son tareas prioritarias para prevenir y disminuir el daño en las pérdidas socioeconómicas y ambientales derivadas de los eventos de incendios. La restauración del ecosistema posterior al incendio debe ser integral, es decir la recuperación de las funciones ecológicas y el manejo de la biomasa combustible para mitigar los futuros riesgos de incendios forestales.

La necesidad de mitigar los impactos del fuego en los ecosistemas en general y en el suelo en particular ha aumentado el uso de tratamientos post incendios, cuyos efectos han sido ampliamente experimentados en los Estados Unidos, Australia y Europa. Los objetivos del manejo anterior y posterior al incendio no solo contemplan la prevención sino también el control del riesgo de inundaciones causado por los sedimentos de erosión provenientes de suelos quemados con alta severidad, tema escasamente debatido en Chile.

Los tratamientos al suelo se pueden practicar tanto en laderas como en cauces de ríos, por ejemplo, a través de la reforestación, siembra de cultivos, tala selectiva de madera, distribución de escombros forestales siguiendo las curvas de nivel para generar barreras de erosión, protección de los asentamientos humanos con zanjas de captación y la preparación del suelo destinado a la restauración rápida de especies nativas para la cubierta vegetal. También es necesaria la rápida eliminación del combustible residual (biomasa) a través de un manejo mucho más intenso a través de las quemadas controladas dentro de los bosques y plantaciones por parte de las empresas forestales.

Otras medidas como la tala selectiva como técnica de manejo posterior al incendio. Se basa en la remoción de los árboles muertos y dañados, manejo que debe ejecutarse en los primeros dos años después del incendio con el propósito de recuperar el sotobosque y reducir el riesgo de incendio en el mismo sitio. En términos generales, la tala selectiva post incendio impacta al suelo, ya que se realiza con maquinaria pesada cuyo beneficio se transforman en negativos si no transita por caminos establecidos. La tala selectiva es capaz de aumentar la cobertura superficial, y, en consecuencia, disminuir las tasas de erosión si se toman las medidas para que no ocurra lo contrario, tales como distribución de desechos forestales sobre los caminos de la maquinaria pesada y el mínimo tránsito necesario para la labor. Además, es necesario reducir el flujo superficial de sedimentos aumentando la infiltración del agua de lluvia en el suelo con la construcción de presas de contención. Todo esto con el objetivo de disminuir el riesgo de inundación aguas arriba en las microcuencas con más de 8 % de pendiente.

Seguimiento y estrategias de prevención

La implementación de programas de seguimiento y monitoreo para la prevención de los incendios forestales, considerando el impacto que tiene el tipo de suelo sobre la severidad del incendio y posterior recuperación es esencial. Los suelos de la cordillera de la costa en la zona centro sur son de origen granítico y metamórfico y presentan altos contenidos de arcilla, con contenidos relativamente bajos de materia orgánica y están sumamente erosionados, cuya capacidad de infiltración básicamente depende de la hojarasca o cubierta vegetal que dejan las plantaciones forestales cuando se cierra el dosel. Por el contrario, los suelos de la cordillera de los Andes son mayoritariamente de origen volcánico y presentan menores grados de erosión con una buena capacidad de infiltración, cuyos contenidos de materia orgánica son relativamente altos. En nuestra opinión se deben realizar mapas a escala detallada del riesgo de severidad de los incendios para apoyar la toma de decisiones para priorizar la mitigación y adaptación.

Conclusiones

Se debe avanzar hacia una coordinación y prevención de los incendios forestales cuidando el ecosistema en forma integral y particularmente el suelo que es un recurso no renovable, ya que toma miles de años su formación. Se debe considerar el ordenamiento territorial de paisajes heterogéneos con distintos grados resiliencia que permitan abordar la mitigación y adaptación a los riesgos que conlleva el aumento de las temperaturas por el efecto del cambio climático.

Literatura consultada

Aburto, F., Cartes, E., Mardones, O., Rubilar, R., 2021. Hillslope soil erosion and mobility in pine plantations and native deciduous forest in the coastal range of south-Central Chile. *Land Degradation & Development* 32, 453-466.

Bannister JR, Vargas-Gaete R, Ovalle JF, Acevedo M, Fuentes-Ramírez A, Donoso PJ, Promis A, Smith-Ramírez C. 2018. Major bottlenecks for the restoration of natural forests in Chile. *Restoration Ecology* 26: 1039-1044.

CONAF (2023) Situación diaria de los incendios forestales. <https://www.conaf.cl/situacion-nacional-de-incendios-forestales>

Lord JM, Schloots CL, Steel JB. 2022. Flammability trajectories following destocking and forestation: a case study in the New Zealand high country. *Restoration Ecology*: e13696.

Panichini, M, Matus F. (2017) Understanding carbon storage in volcanic soils under selectively logged temperate rainforests. *Geoderma* 302, 76-88.

Rivas, Y., Matus, F., Rumpel, C., Knicker, H., Garrido, E. (2012) Black carbon contribution in volcanic soils affected by wildfire or stubble burning. *Organic geochemistry* 47: 41-50.

Rivas, Y., Huygens, D., Knicker, H., Godoy, R., Matus, F., Boeckx, P. (2012) Soil nitrogen dynamics three years after a severe *Araucaria-Nothofagus* forest fire *Austral Ecology* 37 (2), 153-163.

MMA (Ministerio del Medio Ambiente). 2020. Contribución determinada a nivel nacional (NDC) Chile actualizada a 2020. 96p.

Smith-Ramírez, C., Grez, A., Galleguillos M. et al., (2023) Ecosystem services of Chilean sclerophyllous forests and shrublands on the verge of collapse: A review. *Journal of Arid Environments*, 211: 104927.

Smith-Ramírez, C. Castillo-Mandujano J. Becerra, P. et al. (2021) Recovery of Chilean Mediterranean vegetation after different frequencies of fires. *Forest Ecology and Management* 485, 118922.

Zema, D.M. (2021) Postfire management impacts on soil hydrology. *Current Opinion in Environmental Science & Health*. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2021.100252>