

Impacto de los incendios forestales en suelo, agua, vegetación y fauna

Introducción

Los incendios forestales tienen impactos complejos sobre los procesos ecológicos, debido a la variabilidad de las estructuras del paisaje como a las diferentes respuestas de la vegetación. Los impactos de los incendios van a depender de la intensidad, recurrencia y duración del incendio forestal. Estos efectos pueden ser directos tales como pérdida de animales, pérdida de la vegetación y degradación del suelo. Los efectos indirectos, por su parte, van desde la erosión del suelo y la contaminación del agua hasta el ensuciamiento de represas y deslizamientos de tierra.

Los efectos en el suelo van a depender de la topografía del lugar, intensidad del proceso de erosión, tasa de regeneración de la cubierta vegetal post-incendio, recurrencia, intensidad y duración del fuego. Los principales impactos de los incendios forestales son a nivel de las propiedades (físico, químico y biológica) y productividad del suelo. Estos impactos se traducen en: generación de erosión, pérdida de nutrientes, disminución de la materia orgánica, alteración de la vegetación.

El ciclo hidrológico de una cuenca se puede ver afectada después de un incendio forestal debido a la pérdida de vegetación, disminución de la materia orgánica y los cambios en las propiedades del suelo, las cuales causan una disminución en las tasas de infiltración, disponibilidad de agua y aumento de escurrimiento.

La relación de la vegetación y los incendios forestales se centra en la modificación en su estructura, composición y servicios ecosistémicos. El reemplazo de especies nativas por exóticas provoca los siguientes efectos: menor cantidad de precipitación

El documento se enfoca en los

interceptada, mayor movimiento de la masa de aire y mayor cambio en la temperatura y humedad del suelo.

La modificación de la estructura y composición de la vegetación debido a los incendios forestales puede afectar a los servicios ecosistémicos. Por ejemplo: disminución de la tasa de descomposición de hojarasca, disminución de nichos para invertebrados, alteración al microclima, etc.

Los incendios forestales pueden tener un impacto en los vertebrados e invertebrados tales como: muerte de individuos, pérdida de hábitad, territorios, refugio y alimentación. La pérdida de fauna por los incendios forestales va a depender de la velocidad del viento, las cargas de combustible, el contenido de humedad de la vegetación, la época del año y el tamaño del fuego, entre otros.

efectos que generan los

Está enfocada en apoyar preferentemente el trabajo de las Comisiones Legislativas de ambas Cámaras, con especial atención al seguimiento de los proyectos de ley.

Con lo cual se pretende contribuir a la certeza legislativa y a disminuir la brecha de disponibilidad de información y análisis entre Legislativo y Ejecutivo.

Contacto

E-mail: atencionparlamentarios@bcn.cl

Tel.: (56)32-226 3168 (Valpo.)

El presente documento responde a una solicitud parlamentaria del Congreso Nacional, conforme a sus orientaciones y particulares requerimientos. Por consiguiente, tanto la temática abordada como sus contenidos están determinados por los parámetros de análisis acordados y por el plazo de entrega convenido. Su objeto fundamental no es el debate académico, si bien su elaboración observó los criterios de validez, confiabilidad, neutralidad y oportunidad en la entrega

Paco González Ulibarry

Es Ingeniero Agrónomo (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2009) y Magister en Ciencias Agronómicas y Ambientales (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2015). Sus intereses de investigación son: Agricultura, Ordenamiento Territorial, y Gestión de Recursos Naturales.

E-mail: pgonzalez@bcn.cl

Tel.: (56) 32 226 3175

incendios forestales en el suelo, agua y vegetación. También se revisaron diversos artículos científico y casos de estudios sobre los incendios forestales.

Para desarrollo del documento se consultó literatura científica.

Impacto de los incendios Forestales

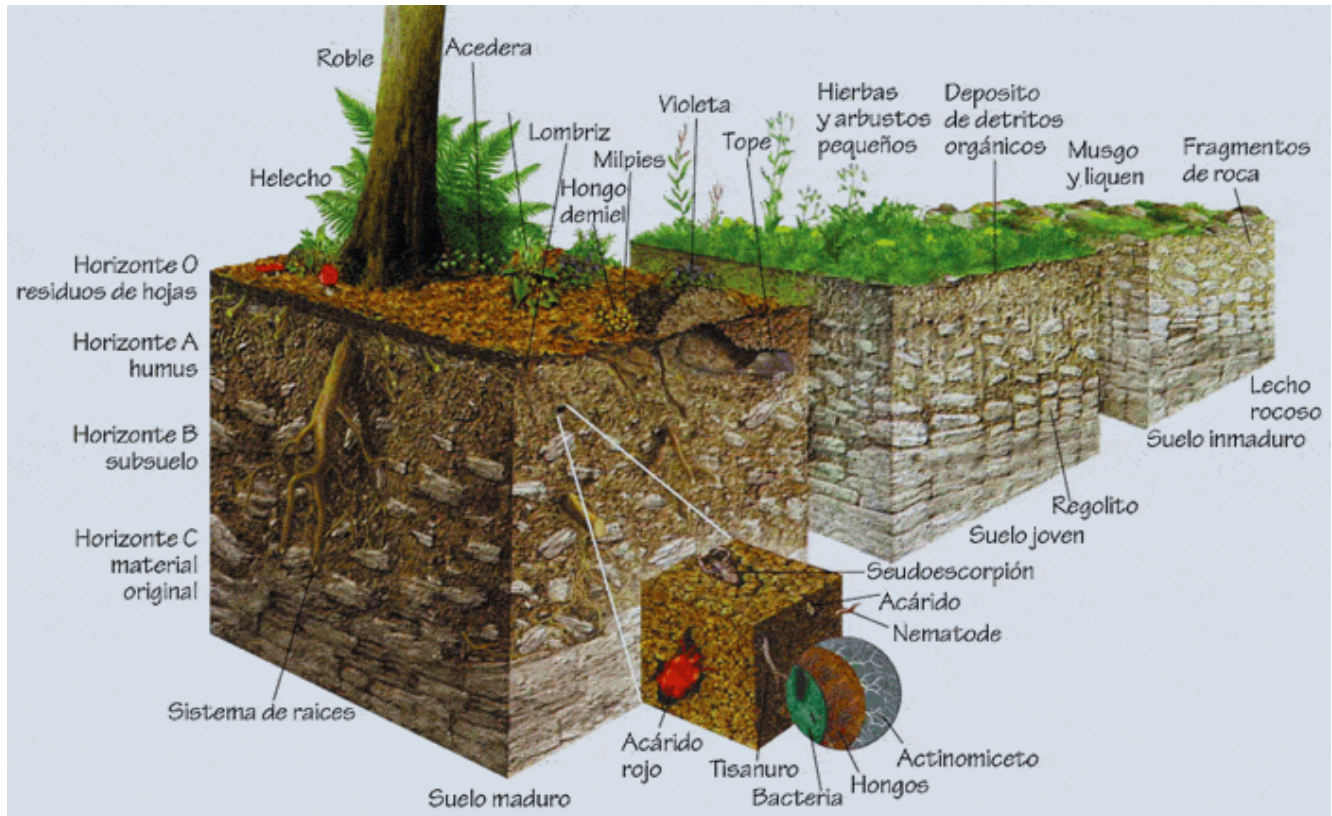
Los incendios forestales tienen impactos complejos sobre los procesos ecológicos, debido a la variabilidad del paisaje, como las diferentes respuestas de la vegetación (Tessler *et al.*, 2017). En el caso del recurso forestal, la frecuencia de los incendios forestales puede ocasionar cambios en la dinámica de cultivo como el bosque, ya que muchas especies no alcancen su etapa de madurez, causando disminución en la distribución espacial o incluso la extinción de la especie (Tessler *et al.*, 2017). Además, el aumento de la frecuencia de incendios junto con periodos de sequía puede generar impactos ambientales a largo plazo tales como disminución de la productividad de los ecosistemas, desertificación, entre otros (Schröter *et al.*, 2005).

Los efectos de los incendios se asocian con la intensidad, recurrencia y duración del incendio forestal. Estos efectos pueden ser directos tales como pérdida de animales, pérdida de la vegetación y degradación del suelo. Por otro lado, los efectos indirectos, van desde la erosión del suelo y la contaminación del agua hasta el ensuciamiento de represas y deslizamientos de tierra (Ubeda y Sarricolea, 2016).

Impacto de los incendios forestales en el Suelo

El suelo es un componente básico del ecosistema natural (Mataix-Solera y Guerrero, 2007). Este se entiende como una cubierta fina compuesta por la mezcla de minerales, aire, agua y microorganismos vegetales y animales que se ha formado paulatinamente a través de la descomposición y disgregación de las rocas superficiales por fenómenos naturales tal como, cambios de temperatura, movimientos de masa de aire y agua (Figura 1) (FAO, 2016). El suelo tiene las siguientes funciones: 1) retención del carbono, 2) purificación del agua y reducción de contaminantes del suelo, 3) regulación del clima, 4) ciclo de nutrientes, 5) hábitat para organismo, 6) regulación de inundaciones, 7) fuentes de productos farmacéuticos y recursos genéticos, 8) base para las infraestructuras humana, 9) suministro de materiales de construcción, 10) herencia cultural y 11) suministro de alimentos, fibras y combustibles (FAO, 2015).

Figura 1: Diagrama del suelo.



Fuente: *American planning association, 2016*

Los incendios forestales provocan una degradación del suelo, sobre todo después del evento (Ubeda y Sarricolea, 2016). El nivel de degradación del suelo va a depender de la topografía del lugar, intensidad del proceso de erosión, tasa de regeneración de la cubierta vegetal post-incendio, recurrencia, intensidad y duración del fuego (Caon, 2014). Los principales impactos de los incendios forestales son a nivel de las propiedades (físico, químico y biológica) y productividad del suelo (García-Orene, 2017, Mataix-Solera, 2011 y Shakesby, 2011). Estos impactos se traducen en: generación de erosión, pérdida de nutrientes, disminución de la materia orgánica, alteración de la vegetación (Mataix-Solera y Cerdà, 2009).

El suelo después de un incendio es susceptible a sufrir de erosión¹, debido a lo expuesto que queda al viento y agua (Caon, 2014 y Shakesby, 2011). La erosión genera: pérdida del material, problemas con la infiltración del agua, aumento del flujo superficial del agua e hidrofobicidad (Caon, 2014 y Shakesby, 2011). Por otro lado, la cosecha post-incendios de la madera quemada, también puede aumentar la vulnerabilidad a la erosión y degradación del suelo, debido al uso maquinaria pesada y arrastre de los troncos (García-Orene, 2017).

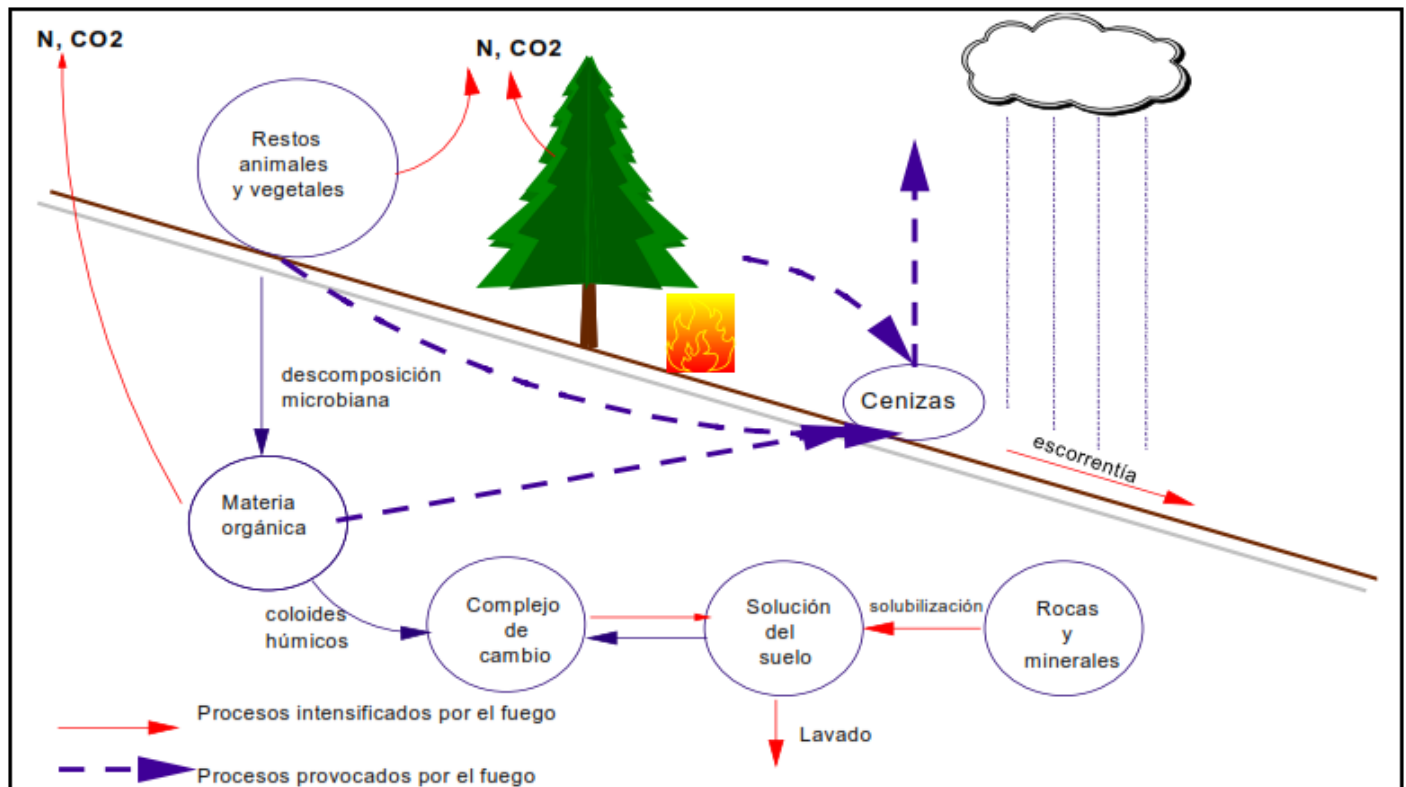
Asimismo, el contenido de nutrientes del suelo afectado por los incendios forestales varía según el tipo de vegetación, periodo de tiempo transcurrido después del incendio, recurrencia e intensidad del fuego (Caon, 2014). Después de los incendios el contenido de nutrientes aumenta en los primeros centímetros de la superficie, debido a la depositación de cenizas, mineralización de nutrientes y formación de estructuras estables. A medida que pasa el tiempo el contenido de nutrientes va disminuyendo, ya que se produce la volatilización y transformación de los nutrientes, como también la eliminación de cenizas por gravedad y viento. Mantener las cenizas en la superficie del suelo es relevante para limitar la

¹ Erosión: Proceso por el cual se produce una pérdida de suelo por acción del agua en escurrimiento o del viento, agentes que transporte los constituyentes del suelo a otro sitio donde estos se depositan (Honorato, 2004)

perdida nutriente y fomentar la vegetación después del fuego (Caon, 2014). Para promover la acumulación y retención de nutrientes en los suelos después de un incendio, es importante estabilizar el sitio quemado mediante la aplicación de medidas post-incendio. Estas medidas deben limitar la erosión, escorrentía superficial y eliminación de la ceniza por el viento (Caon, 2014).

Los incendios forestales también afectan la actividad biológica del suelo, generando una desestabilización del ciclo de nutrientes (Figura 2). Esta desestabilización se debe por la disminución de los microorganismos que ayudan los procesos de descomposición de compuestos orgánicos y fitodisponibilidad de nutrientes² (Mataix Solera *et al.*, 2011)

Figura 2: Efecto del fuego en el ciclo de los nutrientes.



Fuente: Mataix Solera, 2000. Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales: contribución a su conservación y regeneración.

Los cambios en las propiedades físico-químicas del suelo afectado por incendios forestales son: pH, conductividad eléctrica (CE), estructura, textura, porosidad, materia orgánica (MO), capacidad de intercambio catiónico (CIC), etc.

Impacto de los incendios forestales en el agua

Los incendios forestales pueden generar producir cambios en el ciclo hidrológico dentro de la cuenca hidrográfica. Por ejemplo, Lloret y Zedler (2009) señala que la pérdida de vegetación, disminución de la materia orgánica y los cambios en las propiedades del suelo podrían ocasionar una disminución en las tasas de infiltración, disponibilidad de agua y aumento de escurrimiento. Las cenizas pueden aumentar la capacidad de infiltración y prevenir o retrasar la escorrentía hasta ciertas cantidades e intensidades de precipitaciones (Lloret y Zedler, 2009). La disponibilidad de agua se ve afectado por la vegetación postincendio, ya que cuando la vegetación se comienza a recuperar, se produce un aumento en el consumo de agua debido a las altas tasas de evapotranspiración. Esta tasa de evapotranspiración varía de acuerdo a la edad de los árboles. La mayor evapotranspiración ocurre en arboles jóvenes (1 a 5 años de edad) causando la

² Fitodisponibilidad de nutrientes: Capacidad de movilización de nutrientes del suelo hacia las plantas.

disminución en la disponibilidad de agua. En cambio, los árboles viejos presentan una tasa de evapotranspiración baja, debido al lento crecimiento que presentan (Konstantin *et al.*, 2017).

Impacto de los incendios forestales en la Vegetación

Las regiones a nivel mundial con un clima de tipo mediterráneo presentan estaciones lluviosas con precipitaciones en promedio a 320 mm al año y veranos cálidos. El régimen de fuego se explica por la estacionalidad del clima, donde las temperaturas en estación lluviosa (12°C y 320 mm) que proporcionan un crecimiento importante de biomasa en primavera y se secan en los periodos de veranos (22 ° C y 50 mm), generando un paisaje con una alta probabilidad de incendios (Abarzua *et al.*, 2016 y Keeley *et al.*, 2012).

La relación de la vegetación y los incendios forestales se centra en la modificación en su estructura³, composición⁴ y servicios ecosistémicos⁵ (Anchaluza y Suárez, 2013 y Ubeda y Sarricolea, 2016). Asimismo, las distintas especies vegetales presentes en los distintos ecosistemas responden de forma diferencial al fuego, dependiendo de sus habilidades para tolerarlo y de los mecanismos de regeneración que posean. En especies carentes de adaptaciones de resistencia o tolerancia al fuego, los incendios, incluso cuando su intensidad es baja, pueden causar una alta mortalidad. Si estas adaptaciones están ausentes en gran parte de las especies que componen la comunidad, el impacto sobre el ecosistema puede cambiar drásticamente la dinámica y composición de la vegetación y el resto de la cadena trófica. Así, el mantenimiento de las poblaciones, y la comunidad en general, dependen exclusivamente de la resistencia de las semillas en el suelo, o presentes en las plantas, de la capacidad de rebrote de las plantas dañadas, y de la recolonización del sitio desde sectores no afectados (Jaksic y Fariña, 2015).

Adicionalmente, especies nativas presentes en Chile son especies no pirófitas, y que además capaces de sobrevivir a los incendios forestales (Ubeda y Sarricolea, 2016). Corroborando esto, el estudio de Villaseñor y Ruiz (1990) señaló que las especies leñosas pueden soportar un incendio y recuperarse, sin embargo, las especies herbáceas después ven dificultades en el crecimiento, debido a la competencia por la humedad y luz con especies leñosas. Además, el mismo indica que la fisionomía vegetal se modifica pasando de bosque arbóreo a matorral transcurridos 4 años del incendio, ya que algunas de las especies arbóreas crecen como arbustos. El crecimiento arbustivo es bastante rápido lo que genera especies altamente inflamable debido al crecimiento de sus ramas (García *et al.*, 2007).

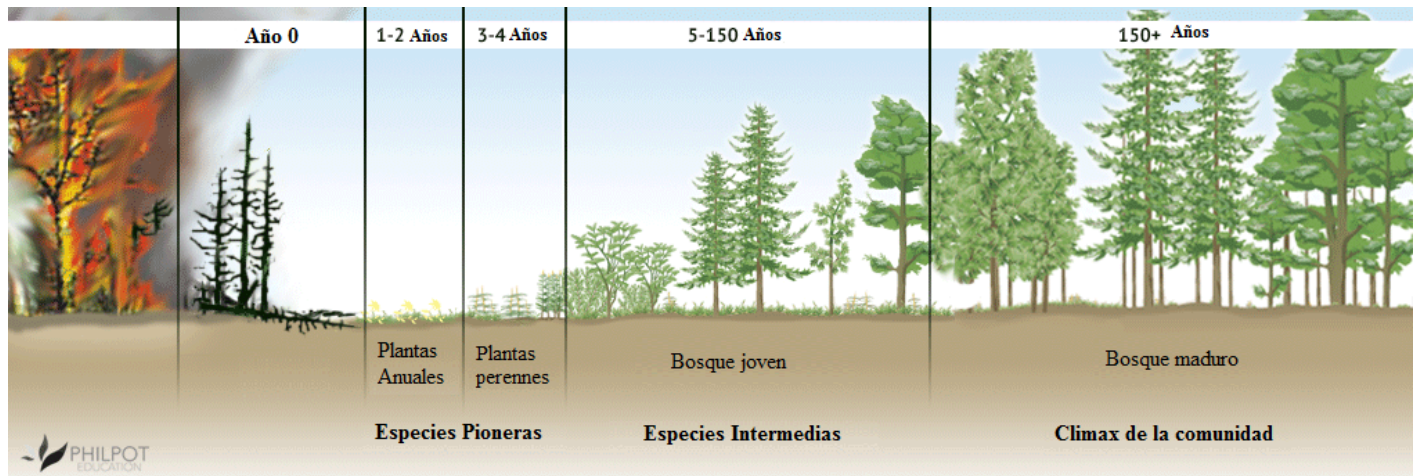
El proceso que conlleva a la recuperación natural tras la ocurrencia de una perturbación se denomina sucesión ecológica. La sucesión ecológica es un proceso de cambio dinámico, gradual y ordenado en un ecosistema, manifestado por el progresivo reemplazo de una comunidad por otra (Figura 3). La dinámica sucesional de la vegetación que ocurrirá en un determinado lugar será dependiente, entre otras cosas de la severidad de la perturbación. Por ejemplo, tras disturbios severos como en incendios de gran intensidad, la sucesión vegetacional probablemente comenzará con la llegada de especies colonizadoras como líquenes y musgos, que lentamente darán paso al establecimiento de plantas con flores. En contraste, cuando los disturbios son leves, la sucesión vegetacional puede comenzar a partir de regeneración vegetativa o rebrote de los individuos sobrevivientes (Fernandez *et al.*, 2010). Estos procesos de recolonización pueden tomar tiempos muy largos, en la medida que la capacidad de dispersión de la vegetación a partir de áreas no quemadas es muy limitada y los suelos han sido erosionados (Jaksic y Fariña, 2015).

³ Estructura de la vegetación: Patrón espacial que presentan las plantas en un determinado ecosistema.

⁴ Composición de la vegetación: se entiende como la enumeración de las especies de plantas presentes en un lugar, usualmente teniendo en cuenta su densidad, su distribución y su biomasa.

⁵ Servicios Ecosistémicos: Es la contribución directa e indirecta de los ecosistemas al bienestar humano.

Figura 3: Sucesión ecológica de en ecosistema mediterráneo.



Fuente: *Philpoteducation. Communities and ecosystems.*

Respecto a las especies invasoras, se señala que muchas veces estas se encuentran mejor adaptadas al fuego que las especies nativas (Ubeda y Sarricolea, 2016). Por ejemplo, García *et al.*, 2007 recomiendan no realizar manejos de a los residuos después del incendio del *Pinus radiata*, *Ulex europaeus* L. y *Cytisus scoparius* L, debido a que sus semillas germinan después de los incendios de baja intensidad. Las malezas de hoja perenne también pueden germinar debido al calor inducido por el incendio, no así el humo producido durante los incendios forestales (Figueroa *et al.*, 2009).

El reemplazo de especies nativas por exóticas provoca los siguientes efectos: menor cantidad de precipitación interceptada, mayor movimiento de la masa de aire y mayor cambio en la temperatura y humedad del suelo (Anchaluisa y Suárez, 2013). Por ejemplo, el eucalipto afecta la biodiversidad, contenido de materia orgánica y el balance hídrico del suelo. Por otro lado, esa es una especie que acumula material altamente inflamable (corteza, hoja, ramas, etc.).

La modificación de la estructura y composición de la vegetación debido a los incendios forestales puede afectar a los servicios ecosistémicos. Por ejemplo: disminución de la tasa de descomposición de hojarasca, disminución de nichos para invertebrados, alteración al microclima, etc (Anchaluisa y Suarez, 2013).

Impacto de los incendios forestales en la fauna

Los incendios forestales pueden tener un impacto tanto en animales vertebrados como invertebrados, por ejemplo, muerte de individuos, pérdida de hábitad, territorios, refugio y alimentación (Nasi y Grahame, 2002). Asimismo, la pérdida de fauna por incendios forestales va a depender de la velocidad del viento, las cargas de combustible, el contenido de humedad de la vegetación, la época del año y el tamaño del fuego, entre otros. Por lo tanto, la disminución de la fauna puede generar desequilibrios en los ecosistemas tales como destrucción de formaciones vegetacionales o alteraciones en la composición de las especies, migraciones de animales mayores, aves, insectos y microorganismos y desequilibrios ecológicos o rupturas en la cadena biológica (Castillo *et al.*, 2003; Nasi *et al.*, 2002).

En las zonas quemadas se reducen las poblaciones de mamíferos pequeños, anfibios y reptiles, debido a la dificultad para encontrar nichos después de las quemaduras o incendios. Además, la disminución de la densidad de pequeños mamíferos como los roedores puede influir negativamente en el suministro de alimentos a los carnívoros de tamaño reducido (Nasi *et al.*, 2002). Sin embargo, los grupos más afectados son probablemente los reptiles, en comparación con los animales terrestres que presentan movilidad reducida. Por otro lado, las especies de rápido movimiento presentan problemas a medida que tengan que competir por recursos fuera de sus hábitats originales. Tal es así, que debido al cambio de nicho los individuos sobrevivientes pueden ser fácilmente cazados y sufrir de escasez de alimentos. No obstante, el impacto antes indicado para las zonas afectadas por incendios forestales, estas se ven favorecidas por el desarrollo de pastos de calidad, lo que crea un buen hábitat para los herbívoros y aumenta el potencial de caza (Cárdenas, 2013).

Referencias

- Abarzúa, A. M., Vargas, C., Jarpa, L., Gutiérrez, N. M., Hinojosa, L. F., & Paula, S. (2016). *Evidence of Neogene wildfires in Central Chile: Charcoal records from the Navidad formation. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 459, 76-85.
- Anchaluisa, S., & Suárez, E. (2013). Efectos del fuego sobre la estructura, microclima y funciones ecosistémicas de plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*; *Myrtaceae*) en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 5(2).
- Caon, L., Vallejo, V. R., Ritsema, C. J., & Geissen, V. (2014). *Effects of wildfire on soil nutrients in Mediterranean ecosystems. Earth-Science Reviews*, 139, 47-58.
- Cárdenas, P. S. (2013). La problemática de los incendios forestales y bases para su teledetección en el Perú. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 3(2).
- Castillo, M. (2015). *Diagnosis of forest fires in Chile*. In: Bento-Gonçalves, A., Vieira, A. (Eds.), *Wildland Fires – A Worldwide Reality*. Nova Science Publishers, pp. 211–223.
- Castillo, M., Pedernera, P., & Peña, E. (2003). Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. *Revista ambiente y desarrollo de CIPMA*, 19(3), 44-53.
- Fernández, I., Morales, N., Olivares, L., Salvatierra, J., Gómez, M., & Montenegro, G. (2010). Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Dirección de Investigación y Postgrado, Dirección de Extensión.
- Figueroa, J. A., Cavieres, L. A., Gomez-Gonzalez, S., Montenegro, M. M., & Jaksic, F. M. (2009). *Do heat and smoke increase emergence of exotic and native plants in the matorral of central Chile?*. *Acta Ecológica*, 35(2), 335-340.
- García, R. A., Pauchard, A., & Peña, E. (2007). Invasión de *Teline monspessulana* (L.) K. Koch después de un incendio forestal: Banco de semillas, regeneración y crecimiento. *Gayana Botánica*, 64, 200-209.
- García-Orenes, F., Arcenegui, V., Chrenková, K., Mataix-Solera, J., Moltó, J., Jara-Navarro, A. B., & Torres, M. P. (2017). *Effects of salvage logging on soil properties and vegetation recovery in a fire-affected Mediterranean forest: A two year monitoring research. Science of The Total Environment*.
- Jaksic, F. M., & Fariña, J. M. (2015). Incendios, sucesión y restauración ecológica en contexto. In *Anales del Instituto de la Patagonia* (Vol. 43, No. 1, pp. 23-34). Universidad de Magallanes.
- Keeley, J. E., Bond, W. J., Bradstock, R. A., Pausas, J. G., & Rundel, P. W. (2011). *Fire in Mediterranean ecosystems: ecology, evolution and management*. Cambridge University Press.
- Konstantin O. Butenko, Konstantin B. Gongalsky, Daniil I. Korobushkin, Klemens Ekschmitt, Andrey S. Zaitsev. (2017). *Forest fires alter the trophic structure of soil nematode communities, Soil Biology and Biochemistry*, Volume 109, Pages 107-117
- Lloret, F., & Zedler, P. H. (2009). *The effect of forest fire on vegetation. Fire effects on soils and restoration strategies*, 257-295.
- Main, M. B., & Tanner, G. W. (2010). Efectos del fuego en la vida silvestre de Florida y su hábitat.
- Mataix Solera, J. (2000). Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales: contribución a su conservación y regeneración.
- Mataix-Solera, J., & Guerrero, C. (2007). Efectos de los incendios forestales en las propiedades edáficas. *Incendios Forestales, Suelos y Erosión Hídrica*. Caja Mediterráneo CEMACAM Font Roja-Alcoi, Alicante, 5-40.
- Mataix-Solera, J., Cerdà, A., Arcenegui, V., Jordán, A., & Zavala, L. M. (2011). *Fire effects on soil aggregation: a review. Earth-Science Reviews*, 109(1), 44-60.

- Nasi, R., Dennis, R., Meijaard, E., Applegate, G., & Moore, P. (2002). Los incendios forestales y la diversidad biológica. Unasylva (FAO).
- Núñez, J. (1985). Fundamentos de edafología. San José, CR. UNED.
- Schröter, D., Cramer, W., Leemans, R., Prentice, I. C., Araújo, M. B., Arnell, N. W., Bondeau, H., Bugmann, T.R. Carter, C.A. Gracia, A.C. de la Vega-Leinert, M. Erhard, F. Ewert, M. Glendining, House JI, S. Kankaanpää, R.J.T. Klein, S. Lavorel, M. Lindner, M.J. Metzger, J. Meyer, T.D. Mitchell, I. Reginster, M. Rounsevell, S. Sabaté, S. Sitch, B. Smith, J. Smith, P. Smith, M.T. Sykes, K. Thonicke, W. Thuiller, G. Tuck, S. Zaehle, B. Zierl (2005). *Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. science*, 310(5752), 1333-1337.
- Shakesby, R. A. (2011). *Post-wildfire soil erosion in the Mediterranean: review and future research directions. Earth-Science Reviews*, 105(3), 71-100.
- Tessler, N., Wittenberg, L., & Greenbaum, N. (2016). *Vegetation cover and species richness after recurrent forest fires in the Eastern Mediterranean ecosystem of Mount Carmel, Israel. Science of The Total Environment*, 572, 1395-1402.
- Úbeda, X., & Sarricolea, P. (2016). *Wildfires in Chile: A review. Global and Planetary Change*, 146, 152-161.
- Villaseñor, R., Saiz, F., 1990. Incendios forestales en el Parque Nacional La Campana, Sector Ocoa, V Región, Chile. Efecto sobre el estrato arbustivo arbóreo. *Anales Museo Historia Natural* 21, 15–26.