

Nuestra Tierra, un planeta de fuego

.....

Bertolin María Lila¹ y Guillermo Emilio Defossé^{1,2,3}

1 Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP)

2 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

3 Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), sede Esquel.

La Tierra es un planeta altamente inflamable, y su historia actual y pasada así lo demuestra. Si contemplamos con detenimiento la superficie terrestre, descubriremos que la belleza de sus formas guarda su propia historia. Cada cicatriz refleja cientos de eventos climáticos y catastróficos que han modelado el entorno donde el fuego, en sus diversas formas, no fue ni es un agente menor. El desarrollo de la humanidad está fuertemente vinculado al fuego. Su control cambió la vida de los primeros homínidos, permitiéndoles fabricar nuevas herramientas y cocinar los alimentos, les dio protección y la posibilidad de migrar desde su África natal y así expandirse por los cinco continentes. También a través del uso del fuego y de su simbología, el hombre dejó plasmada su importancia cultural y religiosa.

El fuego es parte vital del funcionamiento de los ecosistemas y su rol es muchas veces difícil de comprender. A los ojos de los investigadores, los efectos de un incendio pueden dejar huellas negativas o positivas,

dependiendo de sus características y de la resiliencia de las especies afectadas. Los incendios forestales generan un mosaico de paisajes en diferentes estadios sucesionales post fuego. A los ecólogos, particularmente aquellos de la Ecología del Fuego, les interesa mucho comprender cómo han ido variando los regímenes de incendios en los diferentes ecosistemas y climas, y cómo han moldeado la biodiversidad. En la actualidad, los regímenes naturales de incendios han sido altamente alterados, particularmente en la última etapa del siglo XX. Si pensamos en este mismo instante en la superficie terrestre, imaginando miles de focos de incendios a lo largo y ancho del planeta, nuestra idea arquetípica de él cambiaría rotundamente.

Tradicionalmente, los estudios sobre incendios contemplaban tres aspectos: los efectos del fuego en los ecosistemas vegetales, las actividades de prevención y combate, y otros de comprensión del fenómeno, como el desarrollo de índices de comportamiento y riesgo de incendios, o el uso

del fuego como herramienta silvícola y pastoril en el caso de quemas prescriptas o controladas. Sin embargo, debido a la actual discusión sobre la influencia del incremento de los gases de efecto invernadero (GEI) sobre el cambio climático global, los investigadores han incluido estudios sobre cuantificación de las emisiones y balance de carbono debido a incendios en diversas regiones del mundo, incluida la Patagonia.

A nivel mundial, los incendios forestales son reconocidos como una de las fuentes más importantes de contaminación atmosférica y de emisión de GEI y otros aerosoles. Entre ellos, el más importante es el dióxido de carbono (CO₂), dado su alto potencial de calentamiento. Su concentración en la atmósfera está regida por un ciclo biogeoquímico muy delicado que varía en conjunción con los ciclos climáticos. Si bien este margen de variación es muy reducido comparado con el registro a largo plazo (420.000 años atrás), actualmente la concentración atmosférica de CO₂

[Divulgación de autor]

(~413 ppm es casi un 35 % más elevada, y es por ello que en la actualidad se le presta tanta atención. En este contexto es indispensable destacar el rol de los bosques y las forestaciones como sumideros de carbono, ya que lo almacenan en grandes cantidades e intercambian carbono con la atmósfera a través de sus procesos fisiológicos, llegando a transformarse en grandes depósitos. Es así que la creación de nuevos bosques por medio de restauración activa en áreas degradadas o no forestadas es una actividad que tiene un altísimo potencial de mitigación pero que en la actualidad no está extensamente desarrollada.

Pero... ¿qué es un incendio?

El fuego es el fenómeno resultante de un tipo particular de reacción de oxidación, descrita como “combustión”. Las reacciones de combustión son oxidaciones rápidas y violentas que desprenden una gran cantidad de calor, y donde lo que se quema (oxida) es el combustible. En un ambiente natural como un bosque, el combustible es toda biomasa que potencialmente puede arder al exponerse a una fuente de calor. Una combustión se caracteriza por su contenido de calor y por los elementos que se emiten durante el proceso. En los incendios forestales estos componentes se atribuyen a la amplia diversidad de material vegetal inflamable

de los ecosistemas. La biomasa vegetal se quema combinándose con oxígeno y produciendo principalmente CO_2 y vapor de agua. Como sucede en el caso de la madera, cuando el combustible contiene otros elementos como nitrógeno o trazas de azufre, también se emiten otros tipos de gases como los óxidos de nitrógeno (N_2O , NO_x), el monóxido de carbono (CO), el metano (CH_4), etc., muchos de ellos considerados GEI.

¿Cómo se miden estas variables en un incendio?

Básicamente existen dos métodos para cuantificar las emisiones de GEI. El primer método consiste en la deco-



dificación de señales satelitales registradas a partir de las emisiones in situ de un incendio, para lo que se necesita contar con equipos y personal capacitado. En el hemisferio norte es notable la abundancia de publicaciones científicas que dan cuenta de la utilización de esta técnica. El segundo método es

versiones que transforman esos stocks de carbono en cantidades de GEI emitidas por unidad de área. Asimismo, se calcula el carbono perdido de la biomasa aérea y subterránea, y las pérdidas del suelo. Los valores suelen ser bastante impresionantes y es por eso que en la bibliografía se los expresa en

disturbado por fuego es mayor que la del bosque adyacente no disturbado, pues el fuego ha generado nuevos nichos dispuestos a colonizarse rápidamente. Estas especies pioneras en la colonización de nuevas áreas son las



Autor: M. Raggo

más costoso y requiere de un trabajo intensivo de muestreo a campo que evalúe los “stocks de carbono” del sitio quemado por medio de cuantificaciones directas e indirectas de la biomasa vegetal, tanto aérea como subterránea, y muchas veces también de lo que puede llegar a emitir un suelo quemado. A partir de esos valores, conociendo el área afectada y las características del incendio, se aplican diversas con-

Mega-toneladas, Giga gr. (Mt; Gg = 1×10^9 gr) y Tera gr., Gigatoneladas (Tg; Gt = 1×10^{12} gr).

Luego de un evento fuego, se sucede una serie de cambios progresivos en las especies que componen una comunidad a lo largo del tiempo, descrita en la literatura como *sucesión forestal*. Contrariamente a lo esperado, al poco tiempo de ocurrido un incendio, la biodiversidad del sitio

primeras en ir incorporando el carbono perdido o emitido por el incendio; esto puede llevar muchas decenas de años según el tipo de bosque, el clima, el suelo, etc. A este proceso se lo denomina “captura” o “secuestro” de carbono, y es de suma importancia en los estudios de balance de carbono por incendios. Así, por ejemplo, en un estudio reciente presentado para bosques de lenga quemados hace más de

20 años en la Patagonia Andina Central, se determinaron balances de carbono negativos de hasta -27,1 Mt CO₂ y tasas de recuperación del carbono perdido que excedieron los 100 años. Estos indicadores nos dan una idea de la capacidad de un ecosistema para recuperarse en términos de carbono, y también de la resiliencia de las especies afectadas por el fuego.

El fuego y el clima

El clima en la tierra varía de manera compleja. Muchos son los factores que determinan las variaciones a lo largo del tiempo; dentro de ellos, los incendios tienen la potencialidad de afectar al clima global a través de los cambios que genera en las comunidades vegetales y los suelos, variando el albedo superficial terrestre, incrementando las concentraciones atmosféricas de aerosoles y GEI, y afectando finalmente al ciclo del carbono. A nivel global, los ecosistemas boscosos contienen aproximadamente el 46 % del carbono correspondiente a ecosistemas vegetales terrestres. Este carbono es considerado de reserva, y es un parámetro a tener en cuenta dada la actual rápida conversión de sitios boscosos destinados a otros usos, que modifica la dinámica de intercambio de carbono entre la atmósfera y la biósfera. Aunque en 2001 el IPCC (International Panel of Climate Change) llegó a la conclusión de que la mayor parte del calentamiento observado en la última mitad del siglo XX se debe a actividades humanas que han aumentado las concentraciones de GEI en la atmósfera, el debate está aún muy lejos de cerrarse. Durante la década del 90, diversos estudios científicos, particularmente de la disciplina de la física y de las ciencias atmosféricas, mostraron una fuerte correlación entre la actividad solar y la temperatura superfi-

cial de la Tierra; sin embargo, hoy en día no son demasiado valorados en los actuales foros de debate y toma de decisiones a nivel internacional. Estos estudios hacen notar que son muchos los factores (internos y externos) involucrados en la regulación del clima en la Tierra, incluyendo la variación de

cesario conocer cómo serán sus reacciones sobre los aportes antropogénicos de CO₂ para calcular la magnitud de sus efectos a futuro.

En el marco del actual Acuerdo de París (nuevo acuerdo internacional que ratifica y actualiza el Protocolo de Kyoto), los países firmantes deben



Autor: F. Urretavizcaya

la radiación solar, las concentraciones de diversos aerosoles en la atmósfera, la influencia de los rayos cósmicos en la formación de nubes y, por ende, sobre el efecto del albedo, entre muchos otros, incluida por supuesto la concentración de GEI. Es por ello que sería una postura demasiado simplista dejar la suerte del clima de la Tierra sólo a la variación de los GEI. Por otro lado, existen datos convincentes de que la biosfera ha desempeñado una importante función en la regulación del clima. Los ecosistemas terrestres y oceánicos actúan como amortiguadores que mantienen la temperatura mundial a un nivel habitable, y es ne-



Autor: F. Urretavizcaya

informar periódicamente sobre sus emisiones de GEI, comprometiéndose a reducirlas a futuro. Las comunicaciones nacionales que han sido presentadas hasta la actualidad por la Argentina, informan sobre las emisiones de diversos sectores y sub-sectores, entre ellos el cambio en el uso de



Autor: F. Urretavizcaya

Bibliografía consultada

- Amiro BD, Cantin A, Flannigan MD, De Groot W. 2009. Future emissions from Canadian boreal forest fires. *Canadian Journal of Forest Research* 39(2), 383-395.
- Bertolin ML, Urretavizcaya ME, Defossé GE. 2015. Fire emissions and carbon uptake in severely burned lenga beech (*Nothofagus pumilio*) forest of Patagonia, Argentina. *Fire Ecology* 11, 32-54.
- CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente). 2006. Estudio sobre la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI. Informe Final. Universidad de Chile. Santiago de Chile. Chile.
- Defossé, G. E. y G. A. Loguercio. (2000). Cambio climático: el rol de los bosques como sumideros de carbono. Suplemento 93 Patagonia Universidad del diario El Patagónico de Comodoro Rivadavia.
- DNCC (Dirección Nacional de Cambio Climático) (2017) Inventario Nacional de gases de efecto invernadero 2014. <https://inventario-gei.ambiente.gob.ar/>
- Falkowski P, Scholes RJ, Boyle E, Canadell J, Canfield D, Elser J, Gruber N, Hibbard K, Hogbeg P, Linder S, MacKenzie AF, Moore B, Pedersen TF, Rosenthal Y, Seitzinger S, Smetacek V, Steffen W. 2000. The global carbon cycle: a test of our knowledge of Earth as a system. *Science* 290, 291-296.
- IPCC (International Panel of Climate Change) (2006) Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Eds Eggleston HS, Buendia L)
- Kitzberger T, Veblen T. 1999. Fire-induced changes in northern Patagonian landscapes. *Landscape Ecology* 14(1), 1-15.
- Narayan C, Fernandes P, van Brusselen J, Schuck A. 2007. Potential for CO₂ emissions mitigation in Europe through prescribed burning in the context of the Kyoto protocol. *Forest Ecology and Management* 251, 164-173.
- Running SW. 2008. Ecosystem disturbance, carbon, and climate. *Science* 321, 652-653.
- Veblen TT, Holz A, Paritsis J, Raffaele E, Kitzberger T, Blackhall M. 2011. Adapting to global environmental change in Patagonia: What role for disturbance ecology? *Austral Ecology* 36(8), 891-903.

la tierra, que incluye la conversión de tierras boscosas en áreas cultivables, pastizales o áreas de pastoreo. Ahora bien, en la Patagonia Andina los incendios forestales generalmente presentan características de comportamiento extremas y severas, en parte por la aplicación de políticas de restricción del fuego junto al escaso conocimiento, o la escasa aplicación del conocimiento, sobre el manejo sustentable del recurso boscoso en general. Sin embargo, las estadísticas de incendios forestales fuera de áreas productivas no han sido incluidas en tales comunicaciones, y más aún, no existen estudios precisos sobre los stocks de carbono actuales en los bosques nativos, en particular en la zona de la Patagonia Andina. Sumado a ello, una de los ejes estratégicos del Plan de Acción Nacional de Bosques y Cambio Climático especifica la importancia de la prevención de incendios, la restauración y la recuperación de bosques en función de la conservación de estos ecosistemas. A pesar de esto, la escasa y poco ágil conexión entre las

instituciones gubernamentales, sumado a la falta de un soporte económico permanente destinado a promover este tipo de actividades y proyectos, vuelven a este eje un objetivo difícil de cumplir. Recientemente se ha pronosticado para la Patagonia central un aumento en las temperaturas medias con un incremento de las condiciones de sequía. Estas condiciones podrían influir directamente sobre los regímenes de incendios, aumentando su potencial e intensidad durante las próximas décadas. Es así que, reconociendo la profunda vinculación existente entre los fenómenos naturales y todos los seres vivos, los incendios forestales no sólo tienen una consecuencia directa sobre la emisión de GEI a la atmósfera, sino también sobre la salud de los ecosistemas y los seres humanos. Dada la gran extensión de los Bosques Andino Patagónicos, es importante no sólo preservar sitios de bosques maduros y de reservas de carbono, sino también garantizar su conectividad preservando así su salud, nuestra salud. 🌿