

Ciencia e Investigación

Primera revista argentina de información científica / Fundada en enero de 1945



FUEGOS DE VEGETACIÓN: EVOLUCIÓN DE UN FENÓMENO SOCIO-ECOLÓGICO GLOBAL Y SU IMPACTO EN LA INTERFASE URBANO-RURAL (IUR) DE LA PATAGONIA ANDINA DE ARGENTINA

■ Guillermo Emilio Defossé



EL GOLFO SAN JORGE COMO ÁREA PRIORITARIA DE INVESTIGACIÓN, MANEJO Y CONSERVACIÓN EN EL MARCO DE LA INICIATIVA PAMPA AZUL

■ Silvana Dans, Adrián Cefarelli, David Galván, María Eva Gongora, Patricia Martos, Martín Varisco, Gustavo Alvarez Colombo, Silvia Blanc, Patricio Bos, Nelson Bovcon, Marcela Charo, Mariano Cinquini, Carla Derisio, Ana Dogliotti, Gustavo Ferreyra, Manuela Funes, Diego Giberto, Cristian Halm, Constanza Hozbor, Alejo Irigoyen, Mirtha Lewis, Gustavo Macchi, Reinaldo Maenza, Ariadna Nocera, Flavio Paparazzo, Ana Parma, Juan Pablo Pisoni, Igor Prario, Noela Sánchez-Carnero, Viviana Sastre, Valeria Segura, Ricardo Silva, Agustín Schiariti, Brenda Temperoni, Mariano Tonini, Analía Tolvía, Gaston Trobbiani, Leonardo Venerus, Maria Vernet, Julio Vinuesa, Lujan Villanueva Gomila, Gabriela Williams, Pablo Yorio, Marcos Zárate



CONOCIMIENTO Y DESARROLLO – CÓMO AVIVAR LA LLAMA

■ María Luz Martiarena

FUEGOS DE VEGETACIÓN: EVOLUCIÓN DE UN FENÓMENO SOCIO- ECOLÓGICO GLOBAL Y SU IMPACTO EN LA INTERFASE URBANO-RURAL (IUR) DE LA PATAGONIA ANDINA DE ARGENTINA

Palabras clave: Interfase Urbano Rural – Incendios de Vegetación – Ecosistemas Mediterráneos – Patagonia – Gobernanza.
Key words: Wildland Urban Interface – Wildfires – Mediterranean Ecosystems – Patagonia – Governance.

El fuego existe desde los orígenes del clima sobre la tierra, habiendo modelado la mayoría de los ecosistemas terrestres (*bosques, pastizales, arbustales y humedales*). Desde principios de la humanidad, el hombre y el fuego co-evolucionaron armónicamente, permitiendo grandes avances en el desarrollo humano. En los últimos 120-150 años, esta relación cambió, produciéndose grandes modificaciones en el uso y políticas de manejo de fuegos de vegetación. En los últimos 30 años, el desarrollo sin precedentes de urbanizaciones en áreas con vegetación natural (la Interfase Urbano-Rural, IUR o *WUI* en el idioma inglés), y su falta de manejo, incrementaron la ocurrencia de incendios catastróficos en estas IURs, afectando cada vez a más personas, bienes y estructuras. En Argentina, una de las IUR más afectadas se encuentra en la Patagonia Andina Central, donde los efectos negativos de estos incendios se agravaron últimamente por la aplicación de políticas no sustentables desde lo ambiental, de gestión del fuego, y/o de planificación urbana. Desde la gobernanza¹, urge revisar críticamente esas políticas y reemplazarlas por otras basadas en el conocimiento científico, cuyos objetivos sean garantizar la sustentabilidad de los ecosistemas y el desarrollo de urbanizaciones seguras en estas IURs. Sólo así se podrá atenuar este fenómeno socio-ecológico, que amenaza negativamente el modelo de desarrollo urbano de estas IURs a nivel mundial.

Guillermo Emilio Defossé

Centro de Investigación Esquel de Montaña y
Estepa Patagónica (CIEMEP-CONICET-UNPSJB) –
Roca 780. Esquel, Chubut.
Facultad de Ingeniería - Universidad de la Pata-
gonia, Sede Esquel. Ruta 259, km 16,4. Esquel
Chubut.

E-mail: direccionciemep@comhuc-conicet.gob.ar
y gedefotur@gmail.com

Wildfire exists since the origin of climate on earth, having modelled most vegetation ecosystems (*forests, grasslands, shrublands and wetlands*). Since the beginning of humankind, fire and man have co-evolved harmonically, allowing for significant advances in human development. In the last 120-150 years, however, this harmonic relationship changed, and big modifications in wildfire use and fire management policies occurred. In the last 30 years, unprecedented development of urbanizations in naturally vegetated areas (Wildland Urban Interface, WUI), and the lack of vegetation management in these WUIs, increased wildfire occurrence and its negative effects, affecting people, structures and other goods. In Argentina, one of the most characteristic WUIs is located in Central Andean Patagonia, where the negative effects of wildfires worsened because of the application of unsustainable environmental, fire management and urban planning policies. From the governance, it is urgent to critically review these policies and their replacement by others based of scientific knowledge, and whose objectives would be to guarantee the sustainability of the ecosystems and the development of safe urbanizations

in these WUIs. Only by making and applying these proposed changes we will be able to attenuate this socio-ecological phenomenon, that negatively threatens the model of urban development of these WUIs either in Patagonia and at global level.

■ RELACIONES ENTRE EL HOMBRE Y EL FUEGO

Desde tiempos remotos y hasta hace unos 120 años

Estudios antropológicos señalan que algunos homínidos habrían comenzado a usar el fuego esporádicamente desde unos 500 mil a 1 millón de años atrás (Roebroeks y Villa 2011; Gowlet 2016). Sin embargo, no fue hasta hace unos 300 mil años que comenzó a manipularlo regularmente (Shimelmitz et al. 2014). Desde entonces perfeccionó su uso para la caza, la cocción de alimentos y como calefacción. Este incipiente “*manejo del fuego*”, permitió a los homínidos no sólo salir de África y colonizar territorios templados y templado-fríos de otros continentes (Gowlett 2016), sino que se convirtió luego en un factor clave en su desarrollo y evolución. El fuego proveyó de dos elementos esenciales para la supervivencia y progreso de los homínidos como sociedad, ayudándolos a adaptarse y superar situaciones adversas. Estos elementos fueron: 1) el calor, como aglutinante y modelador del comportamiento social, de protección comunitaria, y para calefacción, y 2) la luz que el fuego proveía, como regulador de la foto-periodicidad, lo que alteró los ritmos biológicos y sincronizó aspectos reproductivos de los organismos de los homínidos (Attwell et al. 2015). Esta regulación muy probablemente permitió ajustar los nacimientos con picos de abundancia en la disponibilidad de alimentos, asegurándoles mayores tasas de supervivencia y una mejor adaptación a ambientes climáticamente adversos. Un tercer elemen-

to, no menos importante, lo constituyó el uso del fuego para cocinar. Esto permitió aumentar el rango de alimentos consumidos por los homínidos, reduciendo al mismo tiempo los costos de digestión y mejorando sensiblemente la calidad nutricional de sus dietas (Attwell et al. 2015). Este mejoramiento en la calidad proteica de la dieta contribuyó sin dudas en la evolución y aumento del tamaño y desarrollo del cerebro, y a cambios en la anatomía facial de nuestros ancestros, convirtiéndose en un factor clave en su evolución (Zink et al. 2016, Raia et al. 2018).

Registros arqueológicos permiten inferir que el hombre hizo un uso creciente del fuego durante toda la Edad de Piedra, evolucionando paulatinamente en su conocimiento y manejo, lo que le permitió generar y desarrollar tecnologías para la producción de cerámicas y metales unos 6 mil años atrás (Brown et al. 2009). Con el nacimiento de la escritura hace unos 4000 años, al comienzo de la Edad Antigua, se produjo asimismo el desarrollo de grandes civilizaciones y el advenimiento de asentamientos humanos en grandes ciudades. El fuego que la leña proveía se transformó así en el elemento vital para el funcionamiento de la sociedad, aunque imprudencias y/o descuidos en su manipulación dieron origen a los incendios en ambientes urbanos (*i.e. incendios estructurales*), diferenciándose así de aquellos ocurridos en ambientes naturales poco antropizados (*i.e. rurales o “incendios de vegetación”*). Mientras que es escasa la descripción histórica de incendios de vegetación en la Edad Antigua, es profusa en la descripción de in-

ciendios de estructuras en ciudades. Como ejemplo, la historia reconoce que el primer gran incendio de estructuras correspondió al templo de Artemisa en Éfeso, en la actual Turquía (*considerado como una de las siete maravillas del mundo*), ocurrido en el año 356 AC. Luego se sabe que fue César Augusto el creador de los primeros cuarteles de bomberos voluntarios (constituidos por esclavos llamados *Vigili del Fuoco*, o vigilantes del fuego) en el año 22 AC (<https://curiosfera-historia.com/historia-bomberos-origen-evolucion/>). Con la caída del Imperio Romano en el año 476 de nuestra era, comienza la Edad Media. Las organizaciones que se habían abocado a combatir incendios de estructuras en ciudades desde el tiempo de los romanos desaparecen, y cada feudo comenzó a desarrollar las tareas de apagar incendios de manera individual. Desde entonces y hasta unos 120-150 años atrás, la interrelación entre el hombre y el fuego se dio como algo natural, siendo la leña la fuente energética fundamental de toda la sociedad humana, y los múltiples usos de la madera fue lo que impulsó un notable desarrollo de la civilización occidental. Esto hizo que los ecosistemas boscosos, especialmente los que rodeaban el mar Mediterráneo y fundamentalmente los del centro de Europa, fuesen aprovechados por encima de su capacidad productiva. Esto provocó un creciente déficit en el recurso forestal (i. e. leña y madera), que fue advertido por algunos adelantados y que dio origen al concepto de “*sustentabilidad*”, tal como lo conocemos hoy.

En efecto, el concepto de **sustentabilidad** fue concebido inicialmente por el economista alemán Hans Carl von Carlowitz (1645- 1714). En su libro *Sylvicultura Oeconomica*, von Carlowitz hizo una revisión crítica sobre las consecuencias de la tala no regulada en los bosques de Sajonia en el centro-oeste de Alemania (Mallén Rivera 2013). Von Carlowitz advirtió que las tasas de extracción estaban superando a la productividad del bosque, lo que, con en el tiempo, produciría su desaparición. Proponía entonces que la tasa de extracción no superara a la productividad primaria de esos bosques. Este concepto de **sustentabilidad** languideció luego por un largo tiempo, ya que la importación de madera y especies forestales que el “nuevo mundo” comenzaba a proveer, paliaron gran parte de ese déficit, dando la sensación de que los bosques eran inexhaustibles, enmascarando entonces el concepto de **sustentabilidad** acuñado por von Carlowitz. Con el devenir del tiempo, sin embargo, se probó que la predicción de von Carlowitz estaba en lo cierto, aunque no fue hasta 1987, con la publicación del informe de la Comisión Bruntland de las Naciones Unidas, que ese concepto fue establecido con su aceptación actual, difundido, aceptado, y adoptado por los estados y luego por la sociedad global. El *Desarrollo Sustentable* se definió entonces como el “*hacer uso de los Recursos Naturales que permitan satisfacer las necesidades de las generaciones actuales, sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras de usarlos para satisfacer sus propias necesidades*” (Nuestro Futuro Común, CMA, ONU, 1987). Desde el punto de vista ecológico, el principio y objetivo de la **sustentabilidad** se basa entonces en “*Mantener la biodiversidad y los procesos que permiten lograr el equilibrio entre los distintos componentes de un*

ecosistema, previniendo las causas que desencadenan o motivan su deterioro o degradación ecológica”. Ahora bien, ¿existe alguna relación que podamos establecer entre el concepto de **sustentabilidad** y los fuegos o “*incendios de vegetación*”? Por otro lado, ¿son *sustentables* o tienden a lograr la **sustentabilidad** de nuestros recursos naturales, las políticas, leyes y cursos de acción que como sociedad global y desde principios del siglo XX y hasta la actualidad hemos o estamos aplicando en la gestión de estos incendios?

Desde 120 a unos 60 años atrás

Desde fines del siglo diecinueve, principios del veinte, los incendios de vegetación concitaron la atención de muchas naciones y sus sociedades. Se comenzaron a desarrollar así, políticas y legislaciones regulatorias que fueron respondiendo a las necesidades y deseos de cada sociedad, en función de la huella interna, o percepción colectiva, que dejan en ellas los eventos de incendios. Estas percepciones pueden ser negativas (sensación de catástrofe), por un lado, o positivas, viendo al fuego como un elemento clave, económico y necesario para clarear áreas naturales e incorporarlas “al progreso”, mediante distintas actividades productivas. Esas políticas, evidentemente contrapuestas, emergieron de sucesos que afectaron a la opinión pública y obligaron a la gobernanza de entonces a obrar en consecuencia. La política de **exclusión total** del fuego en ambientes naturales tuvo su origen en los EEUU. Uno de los detonantes fue el gran incendio de Idaho de 1910, en el que después de una gran sequía, se quemaron en dos días más de 1,5 millones de ha, varias ciudades en los estados de Washington, Idaho y Montana en el oeste de los EEUU, y en el que murieron quemados 78 bomberos (<https://es.qwe.wiki/wiki/>

Great_Fire_of_1910). Este hecho, de gran impacto en la opinión pública norteamericana, abonó la idea de proponer acciones y legislación que tuviese como objetivo fundamental la preservación de los bosques, declarando al fuego como el enemigo a vencer, ya que representaba supuestamente el principal elemento destructor que atentaba contra esa preservación. Esta política de **exclusión total** del fuego, cobró fuerza con la idea de mantener “intacto” el por entonces recientemente creado Parque Nacional Yellowstone. Se estableció en ese momento el llamado “Principio de las 10 am”, que se extendió luego como política oficial en todos los parques nacionales de los EEUU. Esta política explícitamente indicaba que cualquier incendio forestal que ocurriese en esos parques, e independientemente de su causa, debería extinguirse obligatoriamente antes de las 10 am del día siguiente. Esta **supresión total** de incendios, junto con la prohibición de hacer cualquier otro uso o aprovechamiento del bosque, dio comienzo a lo que defino en este análisis como modelo de **intangibilidad** en el manejo o gestión de los recursos naturales (nada se mueve, nada se toca, y los incendios se deben apagar rápidamente); todo en aras de “preservar intacto” ese ecosistema natural. Las supuestas “bondades” de este modelo fueron magistralmente comunicadas a la sociedad norteamericana y extendidas luego globalmente mediante films, la prensa escrita y televisiva (recordemos el consejo del famoso oso Smokey: ¡¡¡**Sólo tú puedes prevenir los incendios forestales!!!**. Ese mensaje exitoso sobre el concepto de **intangibilidad** fue haciéndose carne y espíritu y ha perdurado por varias generaciones en la sociedad global, y muy especialmente en los habitantes de ámbitos urbanos. El mismo transmite la idea de que el control inmediato y total de cual-

quier incendio de vegetación (enfoque que denomino **reactivo** y que desarrollaré más adelante), no sólo es responsabilidad de cada ciudadano, sino que, y por sobre todas las cosas, se torna en un imperativo a cumplir de carácter moral (Minor 2018).

El otro modelo se llevó a cabo en muchos lugares del mundo. Usaré como ejemplo el que se desarrolló en el sur de Chile entre los años 1900 y 1930, aproximadamente. El mismo, que defino como **modelo de explotación**, está basado en el uso indiscriminado del fuego como la herramienta más económica para “clarear el bosque”, eliminarlo, “conquistar” nuevas tierras e incorporarlas “a la producción” (Martinic 2005). Este modelo de **explotación** estaba expresamente autorizado por el Estado Chileno, cuyo objetivo era establecer colonias ganaderas en ese territorio. Para poder acceder a la propiedad de la tierra, los colonos deberían demostrar primero que habían “clareado el bosque” mediante su **rozado** (término forestal que significa “**eliminado mediante el uso del fuego**”), reconvirtiéndolo a pastizales con aptitud ganadera (<https://aquiaysen.wordpress.com/2017/02/03/fuego-en-la-patagonia-de-aysen-en-los-inicios-de-1900-el-incendio-forestal-mas-grande-de-la-historia-de-chile/>). Mediante su aplicación, toda vegetación natural (e independientemente de su rol en el ecosistema), podía quemarse en aras de conseguir más superficie para expandir las actividades ganaderas, con el argumento de que, a través de ese clareo, se podría lograr colonizar definitivamente territorios todavía vírgenes, y afincar gente, llevar el progreso y producir más alimentos, riqueza, y bienestar para toda la sociedad.

Estos dos modelos fueron luego y hasta nuestros días, replicados por

doquier. El de **intangibilidad** se extendió a muchos Parques, Reservas Nacionales, y en áreas de Interfase Urbano Rural (IUR)² de muchos países, mientras que el de **explotación** se lo ha usado para incorporar nuevas tierras para la agricultura o la ganadería, y llevar la colonización y el supuesto “progreso” a distintos rincones del planeta. Ambos demostraron funcionar exitosamente durante un cierto período, variando éste en función de las características ecológicas propias del ecosistema intervenido. Sin embargo y con el tiempo, ninguno de los dos modelos ha podido lograr que su aplicación garantice o tienda a lograr la **sustentabilidad**, en el tiempo, del ecosistema en el que se lo ha llevado o se lo lleva a cabo.

■ CONSECUENCIAS DE LA APLICACIÓN DE ESTOS MODELOS

El Modelo de explotación

El clareado por fuego o rozado de grandes superficies en el sur de Chile, permitió en un principio desarrollar la ganadería en esas áreas clareadas. Sin embargo, ese drástico cambio en el uso de la tierra (de bosque a pastizal), al que se le sumó una alta presión de pastoreo por el ganado, redujo gradualmente la productividad de los pastizales que sucedieron al aclareo del bosque, y las condiciones de los suelos inicialmente forestales se fueron deteriorando rápidamente, dando lugar a procesos erosivos que han perdurado por mucho tiempo. El efecto del fuego en este **modelo de explotación**, aplicado indiscriminadamente sobre grandes superficies fue tan potente y duradero que, aun habiendo eliminado los disturbios subsiguientes (i.e. el ganado) por muchos años, el ecosistema no pudo, por sí solo, ni volver a recuperar su estructura y funciones originales (perdió su resiliencia) ni tampoco se recuperó la

productividad del pastizal que se había generado con la quema. Esa lección, sin embargo, no fue del todo comprendida por algunos estamentos de la sociedad global, y en muchos lugares del mundo se sigue insistiendo, hasta el día de hoy, con ese mismo modelo de **explotación** que la ciencia viene cuestionando desde hace tiempo, y que indudablemente no conduce a la sustentabilidad del, o los ecosistemas, donde se lo aplica.

El Modelo de intangibilidad

Por otro lado, la **intangibilidad** como modelo de gestión, plantea la “conservación estática” de los ecosistemas en su estado prístino, excluyendo particularmente o impidiendo la ocurrencia de cualquier disturbio natural (fuego en este caso). El error conceptual de este modelo fue creer que, suprimiendo los disturbios como el fuego, podríamos preservar esos ecosistemas de manera estática, saludables, y sin cambios en el tiempo (inmóvil, como si fuese la imagen que nos brinda una fotografía y que podemos preservar por años). Sin embargo, la observación empírica demostró que los ecosistemas no son estáticos sino dinámicos, y que muchos procesos, a veces imperceptibles para el ojo humano, o grandes y evidentes como los incendios, ocurren dentro de ellos y son parte de su dinámica natural. Uno de los primeros en postular la naturaleza dinámica y de cambio permanente de los ecosistemas fue el botánico e investigador Federico Clements, quien observó que los ecosistemas se comportan como supra-organismos que tienen las mismas funciones vitales que el resto de los organismos, poblaciones y comunidades (Clements 1916). Dicho de otra manera “*Los organismos que componen un ecosistema vegetal terrestre (ya sean árboles, pastos, arbustos, hierbas, etc.), nacen, crecen,*

se reproducen, mueren, y para que el ecosistema permanezca como tal, deben ser reemplazados por nuevas cohortes de las mismas especies, de manera que aún con cambios en el tiempo (provocados por diferentes disturbios), el ecosistema pueda seguir conservando sus estructuras y funciones originales". En muchos de estos ecosistemas, en especial en aquellos que tienen climáticamente una estación de sequía, la tasa de acumulación de biomasa es superior a la de senescencia o degradación (Morgan et al. 2003). Al carecer las plantas de "movilidad" como los animales, es el fuego el principal agente de disturbio que, al eliminar la biomasa senescente (la "vegetación vieja") y transformarla en carbón o en cenizas, da paso a la germinación y establecimiento de nuevas generaciones de plantas, arbustos, pastos, etc., y que, con el tiempo, llevan a ese ecosistema a mantener o recuperar su estructura y funciones originales. Es importante mencionar que, en otros ecosistemas más húmedos, es el proceso de "dinámica de claros" (Arriaga Cabrera 1994) y la alta tasa de degradación e incorporación de material muerto al suelo, y no el fuego, quienes lideran los cambios implicados en la regeneración de las especies.

Las consecuencias de la interrupción de estos procesos dinámicos (i.e. la supresión de los incendios naturales) se fueron verificando luego en la realidad a partir de los años 60 del siglo veinte, cuando la ciencia comenzó a advertir sobre los efectos negativos que el modelo de intangibilidad estaba teniendo en algunos Parques Nacionales, en especial en el emblemático Parque Nacional Yellowstone (Leopold et al. 1963). Numerosas universidades e instituciones de investigación comenzaron a estudiar los efectos de ese modelo en varios parques y reservas del oeste de los EEUU, en ecosistemas

forestales de las rocallosas de EEUU y Canadá, en pastizales de Texas y en partes de Florida (Wright y Bailey 1982). Estos estudios mostraron algunos efectos negativos y que eran comunes en todos los ecosistemas en los que se había aplicado este modelo de intangibilidad. Fue así que, a mayor éxito en la supresión, le sucedía en el tiempo, una mayor acumulación de biomasa, el estancamiento de la sucesión, una reducción en la diversidad y pérdida de hábitat para numerosas especies, el incremento de las especies dominantes y densificación de sus doseles, mayor susceptibilidad del bosque al ataque de insectos y plagas, etc., y cuya consecuencia final iban a ser incendios devastadores cuando se dieran las condiciones apropiadas (Dodge 1972). Este pronóstico se hizo realidad en 1988 en el propio Parque Nacional Yellowstone, en el que luego de una gran sequía combinada con muy altas temperaturas, se desató un incendio de características extremas (Wuerthner 2006). La biomasa acumulada por casi 100 años de exitosa "**supresión de incendios**", ardió durante todo un verano, quemando las dos terceras partes del parque, haciendo estériles los esfuerzos de 21 mil combatientes, centenares de aviones, helicópteros y motobombas, y en el que se gastaron 148 millones de dólares para combatirlo sin poder apagarlo. Finalmente fue la llegada de las primeras nevadas en el otoño siguiente las que permitieron su control y pusieron fin a ese emblemático incendio. El estado del conocimiento y lecciones que dejó este incendio fueron luego descriptas en un libro escrito por los científicos más reconocidos en el tema fuego en los EEUU. Su título en inglés es "**Wildfire: a Century of Failed Forest Policies**" que traducido al castellano sería "**Fuegos de vegetación: una centuria de políticas forestales fallidas**" (Wuerthner 2006).

Desafortunadamente, las lecciones sobre lo que sucedió y que ya había pronosticado la ciencia, no fueron del todo comprendidas ni aprendidas por la sociedad. La gobernanza de entonces, urgida por presiones mediáticas y sociales (como ocurre hasta ahora), continuó empecinada en encarar el problema de los incendios de vegetación (o forestal en este caso) desde un enfoque **reactivo** y no **preventivo**, como lo indicaba la ciencia. Para explicarlos claramente, el enfoque "**reactivo**", se basa fundamentalmente en declarar a los fuegos de vegetación como el "enemigo a vencer", y que, para tener éxito en esa lucha, es necesario aumentar y mejorar paulatina e incesantemente, las actividades, tecnologías, y capacidades de supresión y combate del fuego (i.e. más bomberos, más aviones y helicópteros hidrantes, más motobombas, etc.). En este enfoque **reactivo**, no se reconoce ni entiende al fuego como un disturbio muchas veces necesario para mantener la estructura y el buen funcionamiento de algunos ecosistemas vegetales como sí lo indica la ciencia. En el enfoque **preventivo**, en cambio, se reconoce a los fuegos de vegetación como un elemento de la naturaleza con el que hay que aprender a convivir, dejándolo actuar o aun propiciándolo cuando cumpla funciones ecológicas, y realizando todas las acciones preventivas que sean necesarias, a fin de minimizar sus efectos en caso de ocurrencia (Pyne 2020). Sin embargo y para poder aplicar este enfoque **preventivo**, es fundamental conocer previamente el "régimen natural de fuego"³ del ecosistema donde se lo quiera aplicar. Una vez conocido ese régimen, se puede actuar entonces sobre el **único factor** que el hombre puede manejar para reducir la ocurrencia de incendios catastróficos, y que es a través de una manipulación apropiada del combustible vegetal (la biomasa).

No podemos “manejar” el clima (al cual afectamos por el consumo de combustibles fósiles y contribuimos con el efecto invernadero, pero no podemos modificarlo grandemente en el corto plazo), ni tampoco podemos actuar o alterar los factores meteorológicos (viento, temperatura, humedad relativa del ambiente y del combustible, o sequías previas), que inciden en la intensidad, severidad y propagación de los incendios.

*Algunos ejemplos del enfoque **preventivo** en el manejo del combustible vegetal*

Existen varias formas de manejar el combustible vegetal de manera *preventiva*, y disminuir así su carga y evitar o minimizar incendios catastróficos. Genéricamente, podemos mencionar diferentes técnicas silviculturales como las podas y los raleos de árboles (que reducen la densidad y altura del combustible), el corte de la vegetación herbácea, el pastoreo por parte de grandes y pequeños herbívoros, el triturado o chipeado de arbustos y otras leñosas, las quemas prescriptas en diferentes tipos vegetales, y/o las combinaciones entre las diferentes técnicas mencionadas precedentemente. Cada una tiene su aplicación en función del ecosistema vegetal del cual se trate, y todas representan el enfoque *preventivo* del manejo del combustible vegetal en la gestión del fuego, ya que su objetivo final es la reducción de la biomasa combustible. Dado que las podas, raleos, corte y triturado de pastos y arbustos, y también el pastoreo, no necesitan demasiada explicación sobre sus efectos en la disminución de la biomasa combustible, me centraré en lo que se denominan las quemas prescriptas, y mostrar sus diferencias con las quemas controladas, el rozado, u otro tipo de uso del fuego no planificado o no basa-

do en premisas científico-tecnológicas probadas.

Las quemas prescriptas se definen como *“la aplicación planificada y controlada del fuego, en una superficie previamente determinada, llevada a cabo por un grupo de expertos bajo condiciones de combustible y meteorológicas definidas (con rangos máximos y mínimos de temperatura ambiente, vientos y humedad relativa), con el propósito de lograr diversos objetivos de manejo de una comunidad o ecosistema, y que reduzcan al mismo tiempo el riesgo a futuro de incendios catastróficos”* (Wright and Bailey 1982, Defossé y Urretavizcaya 2003, Myers 2006). Las quemas prescriptas se basan fundamentalmente en el conocimiento del régimen natural del fuego en el ecosistema a intervenir, y deben responder a un plan escrito previamente, en el que se definen no sólo los objetivos finales que quieren conseguirse, sino también los parámetros deseables o admisibles del comportamiento del fuego durante la aplicación de la quema (altura y longitud de la llama, tasa de propagación del fuego, su intensidad, severidad, etc.), y los medios necesarios para su ejecución y control en caso de contingencias. La seguridad de quienes las ejecutan y de la comunidad en general son también parámetros importantes en la planificación de las quemas prescriptas. Cualquier aplicación del fuego que no siga los parámetros y condiciones mencionadas precedentemente, o que no cumplan con los requisitos de una quema prescripta, no deberían utilizarse en el manejo de ecosistemas vegetales. Las quemas prescriptas constituyen una herramienta cada vez más importante en el mantenimiento y en la restauración de ecosistemas dependientes del fuego (fundamentalmente en ecosistemas de tipo Mediterráneo o con una es-

tación seca invernal) y que se encuentren ubicados dentro de áreas naturales protegidas, en áreas de IUR con infraestructura y desarrollo urbano dentro de paisajes naturales propensos al fuego, y en algunas operaciones agrícolas y forestales de diferentes escalas (Myers 2006). Para ejecutarlas, es imprescindible contar previamente con los recursos materiales y de equipamiento, la capacidad técnico-científica y los conocimientos ecológicos y meteorológicos para desarrollarlas de manera segura y eficaz (Wright and Bailey 1982).

Para ilustrar el rol de las quemas prescriptas desde este enfoque **preventivo**, daré un ejemplo particular del cual participé mientras hacía mi postgrado en Ecología del Fuego en la Universidad de Idaho en los EEUU en 1986. Dentro del posgrado, uno de los cursos versaba sobre las quemas prescriptas para restaurar el rol del fuego en un bosque experimental de la universidad. En ese bosque, los fuegos habían sido suprimidos desde hacía unos 80 años, al haberse aplicado a rajatablas el modelo de intangibilidad que la política forestal de los EEUU había impuesto desde inicios del siglo XX. La enorme cantidad de biomasa acumulada permitía inferir que, si no se le hacían rápidamente tratamientos de reducción de combustible, se acrecentaría la probabilidad de que el mismo se incendie cuando se dieran las condiciones meteorológicas apropiadas y que una fuente de ignición natural (rayos) o de origen antrópico, pudiera iniciar un incendio. Durante casi tres meses revisamos trabajos ecológicos previos sobre algunas especies vegetales y animales clave de ese bosque que, por efectos de la exclusión total del fuego y la consecuente acumulación de biomasa, habían declinado en número o habían tendido a des-

aparecer. Se establecieron luego los objetivos particulares de la quema, centrándose en los siguientes puntos: 1) disminuir la carga de combustible hasta límites compatibles con la sustentabilidad del sistema (la biomasa en el sotobosque debía reducirse de tal manera que quedarán sin quemar entre 5 y 7 ton / ha), con lo que evitaría así el riesgo de incendios catastróficos en caso de ocurrencia; 2) abrir los doseles de árboles para generar claros en el bosque donde pudieran reestablecerse algunas especies de arbustos y pastos del sotobosque, que habían desaparecido por el sombreado de los doseles superiores durante muchos años. Dentro de esas especies, se buscaba particularmente el restablecimiento natural del género *Ceanothus*, ya que las hojas y pequeñas ramitas de este arbusto constituían a su vez la base de la dieta del ciervo mulo (*Odocoileus hemionus*), que también había desaparecido al no poder disponer de su principal alimento, ya que la alta densidad del bosque le impedía poder escapar de sus posibles predadores; 3) dejar al menos entre 5 y 8 árboles grandes quemados por ha (muertos en pie o *snags* en inglés) para que sirvan de hábitat (forrajeo y anidamiento) de diferentes especies de pájaros carpinteros y su fauna asociada, que habían desaparecido al no contar con árboles muertos (con corteza blanda) donde realizar sus excavaciones y poder alimentarse de diferentes insectos que viven en la madera muerta quemada; 4) Conducir fuegos superficiales muy suaves en bordes de arroyos, de manera que una limitada cantidad de cenizas y otros nutrientes, producto de la quema, pudiesen llegar como sedimentos a éstos y “fertilizar” los ambientes ribereños, para mejorar el hábitat que favoreciera el desarrollo de insectos, que luego servirían como alimento de las truchas y otros peces de estos cursos de agua; 5) mejorar las

condiciones de hábitat para numerosas especies de otros pájaros que anidaban en esos bosques y que el cerramiento de los doseles les había quitado espacio para poder volar; 6) crear parches dentro del bosque cerrado para aumentar la diversidad vegetal en esa gran matriz boscosa, que sin el disturbio fuego se estaba convirtiendo en un bosque fuertemente dominado por sólo dos o tres coníferas; 7) conducir las quemas de manera segura para el personal involucrado, manteniéndola dentro de los límites de la prescripción; y 8) Capacitar mediante el “aprender haciendo” a profesionales para que sean idóneos en las prácticas de quemas prescriptas para que luego y de manera científica, puedan restaurar el fuego en otros ecosistemas que así lo necesiten. Todos estos objetivos tenían metas que deberían cumplirse en el corto, mediano, y largo plazo. Las cohortes de alumnos de este curso que nos sucederían en los años subsiguientes deberían ir monitoreando los efectos de esta quema, y seguir quemando en otros sectores del bosque con objetivos similares. Tuve oportunidad de volver a ese bosque en 1995, y comprobar que la mayoría de los objetivos de nuestra quema se habían cumplido exitosamente.

Como vemos, las quemas prescriptas basadas en criterios científicos no sólo sirven para disminuir la biomasa en caso de excesiva acumulación (lo que disminuye la probabilidad de incendios catastróficos), sino que tienen a su vez múltiples objetivos de manejo que tienden a beneficiar a muchos componentes del ecosistema donde se realizan. Desde luego y para aplicarlas, se necesitan conocimientos profesionales y un gran entrenamiento previo en su práctica. Al respecto, existen hoy en el mundo una gran cantidad de universidades, fundamentalmente en los EEUU (Scasta et al. 2015), en

Europa (Universidad de Lleida en España, de Tras os Montes e Alto Douro en Portugal, y otras en Italia y Francia) y ONGs ambientalistas como The Nature Conservancy o Fundación Pau Costa, que en conjunto con el Servicio Forestal de los EEUU, hacen cursos anuales de carácter internacional para enseñar a conducir este tipo de quemas. También en varios países europeos y desde tiempo atrás se están reintroduciendo las quemas prescriptas suspendidas en los años 70 a 90 de siglo pasado, como forma de manejo para reducir la biomasa combustible y crear mejores condiciones para incrementar la diversidad en diferentes ecosistemas (Goldammer y Bruce 2004). Recientemente (2017) comenzaron a reintroducirse las quemas prescriptas en Finlandia para mejorar el manejo y promover la biodiversidad de sus bosques (UUTISSET NEWS updated 16.4.2017). En Finlandia, esta práctica también se realizaba ancestralmente desde principios del siglo XVIII, interrumpiéndose abruptamente en los años 80-90 del siglo pasado por presiones ambientalistas, aunque sin fundamentos científicos que respaldaran esa decisión. Estudios científicos posteriores avalados por tanto por ecólogos y forestales como por ambientalistas, reconocieron no sólo el valor de estas quemas para mejorar tanto la productividad como la diversidad de los bosques finlandeses, sino que también fueron aprobadas para formar parte del programa de buenas prácticas forestales que promueve el FSC (Forest Stewardship Council, <https://fsc.org>). El FSC es una prestigiosa ONG internacional que certifica globalmente el manejo sustentable de bosques.

Cambios en los últimos 60 años y hasta la actualidad

Ahora bien, ¿por qué entonces y a pesar de sus múltiples y tangibles beneficios ecológicos, tanto la

gobernanza, los medios, como la sociedad en general (especialmente la que habita en grandes conglomerados urbanos), reniegan del uso del fuego y en particular de las quemaduras prescritas u otras prácticas beneficiosas y útiles para el manejo integral del fuego en distintos tipos de vegetación, y se inclinan decididamente por su combate y supresión total?. ¿Cuál es la razón profunda de ese rechazo?. La respuesta a esas preguntas es sumamente compleja, multicausal y tiene fuertes componentes socio-ecológicos. En primer lugar, y en paralelo con las políticas extremas de manejo del fuego llevadas a cabo en los últimos 120 años (los modelos de *explotación* y de *intangibilidad* mencionados previamente), hubo en los últimos 50-60 años, profundas modificaciones en la realidad demográfica de muchos países, que implicaron una drástica disminución de la ruralidad y el aumento de migraciones hacia ciudades. Esto se debió en parte al mejoramiento de las condiciones de vida en las ciudades, entre otras cosas a partir de cambios en la matriz energética de los grandes conglomerados urbanos de muchos países del mundo. En ellos, se fue paulatinamente cambiando el uso de la energía de biomasa (leña) por el gas y/o la electricidad, quedando el uso de la biomasa de leña restringido a áreas periféricas y rurales. En solo dos generaciones, las poblaciones urbanas de las grandes ciudades fueron perdiendo el contacto directo y disminuyendo proporcionalmente sus conocimientos ancestrales y habilidades inherentes al uso y manejo del fuego generado por la biomasa vegetal, quedando éste restringido solo para la cocción de algunos alimentos (i.e. parrillas en nuestro país). Como mencioné anteriormente, esta pérdida de habilidades y conocimientos del manejo del fuego, sumado a los efectos destructivos que causan los incendios en las es-

tructuras de los centros urbanos, fue acuñando el paradigma y cimentó la idea, fomentada por presiones mediáticas desde la radio, el cine o la televisión, de que todos los fuegos son perjudiciales y hay que combatirlos siempre (Minor 2018). En segundo lugar, y no menos importante, se relaciona a cambios mucho más recientes (hace unos 35-40 años atrás) y que se refieren al crecimiento de las áreas de Interfase Urbano Rural (IUR), donde convergen urbanizaciones con áreas de vegetación natural, a las que se les viene aplicando desde hace mucho tiempo atrás las políticas de intangibilidad o exclusión del fuego. No debería sorprendernos entonces (o sí) que datos científicos recientes indiquen que el número, tamaño de los incendios y el área total quemada, haya disminuido casi en casi un 25% en los últimos 20 años a nivel global (Andela et al. 2017, Payne 2020). Casi inmediatamente, surgen de estos datos dos preguntas: ¿por qué existe entonces la percepción en la sociedad en general de que cada vez hay más incendios de vegetación de carácter catastrófico?; y ¿por qué los estados gastan más y más recursos económicos y desarrollan nuevas y más costosas tecnologías para combatir este tipo de incendios? La respuesta a la primera pregunta es que, si bien a nivel global se verifica un decremento en el número y tamaño de incendios y área quemada por fuegos antropogénicos en la mayoría de los ecosistemas vegetales, éstos se han concentrado en bosques o matorrales con doseles muy cerrados, con grandes acumulaciones de biomasa y ubicados fundamentalmente en áreas de Interfase Urbano Rural (o IUR). En estas IURs, el impacto del fuego sobre la matriz urbano-forestal (en las que se pone en riesgo además de la vegetación, vidas humanas y estructuras) es tan potente, visible, y destructivo, que concita la inmediata atención de

todos los estamentos de la sociedad global y es noticia rápidamente en todos los medios audiovisuales (radiales y televisivos) y también escritos (diarios y revistas). Esta mediatización y preocupación por parte de la sociedad lleva a responder la segunda pregunta sobre ¿por qué los estados gastan más y más recursos económicos y desarrollan nuevas y más costosas tecnologías para combatir este tipo de incendios?. Esto se debe fundamentalmente a que la gobernanza, a quien la sociedad le ha encomendado el manejo de los recursos y la sustentabilidad de los ecosistemas, debe atender rápidamente sus demandas en el caso de siniestros como los incendios de vegetación en las IURs. Es su misión entonces demostrar “gestión” y no perder credibilidad ni el apoyo ciudadano, ya que tanto la prensa como la ciudadanía en general, reaccionan muy favorablemente y aprueban las acciones que implican el enfoque **reactivo** en el manejo de incendios, representado en estos casos por grandes despliegues de recursos humanos y/o materiales para combatir este tipo de incendios. Es la misma sociedad, a su vez, la que en general se muestra indiferente, y no exige, ni valora suficientemente, cualquier acción que implique el uso de técnicas **preventivas** en el manejo de la vegetación, ya que estas son poco espectaculares y no son “visualizadas” ni son noticia para los medios y la sociedad como lo pueden ser movimientos de aviones, motobombas o helicópteros. Está probado científicamente que estas técnicas (como las podas, los raleos, el chipeado, las quemaduras prescritas u otras técnicas de reducción del combustible vegetal), no sólo constituyen las mejores herramientas para evitar y/o minimizar el riesgo de ocurrencia de incendios catastróficos en esas mismas IURs, sino que son también mucho más eficientes y económicas que cualquier opción

reactiva que implique el uso de técnicas de combate y supresión de incendios. Lo paradójico es que, a pesar de que la ciencia ha demostrado que por cada peso que se invierte en actividades de prevención, se ahorran cincuenta pesos en actividades de supresión, hay una clara tendencia de la gobernanza, avalada por toda la sociedad, de preferir gastar los cincuenta en supresión y no un peso en prevención. Además de los factores mencionados precedentemente, esta contradicción en la toma de decisiones básicamente incorrectas en relación a la gestión del fuego tiene una raíz socio-ecológica compleja, y está sustentada en la evolución relativamente reciente de los que se denominan *Sistemas Naturales y Humanos Acoplados* (*Coupled Natural and Human Systems* o CNHS en inglés), concepto desarrollado por Liu et al. (2007). Dentro de este concepto, el riesgo de incendios como tal es considerado como una patología socio-ecológica (Paige Fisher et al. 2016). Esto es así ya que, en la definición y ejecución de las políticas de gestión de incendios, priman los deseos e intereses de la sociedad (fundamentalmente la intolerancia al fuego) por sobre las necesidades de los ecosistemas para cumplir con sus funciones vitales (por excesiva acumulación de biomasa) y lograr así su desarrollo sustentable. Para poder contrarrestar con éxito esta patología, es absolutamente imprescindible que tanto la gobernanza, los medios, y la ciudadanía en general, comprendan que los ecosistemas naturales funcionan con sus propias leyes no escritas, y que tienen tiempos y procesos que no se ajustan ni adaptan a los deseos, valores, o legislaciones que tenemos o pretendemos imponerles como sociedad. Y en relación directa con el disturbio fuego, debemos continuar investigando científicamente para comprender mejor cuál es su rol y funciones en cada ecosistema

y aprender a convivir con él (Payne 2020). Esto nos dará la oportunidad de abandonar progresivamente el enfoque actual reactivo, centrado en adquirir tecnologías para aumentar y mejorar las actividades de supresión y combate, y concentrarnos en acciones de prevención y gestión del fuego a distintas escalas (predial, comunitaria, o de paisaje), mediante un manejo adecuado de la vegetación, y minimizar así sus efectos sobre estructuras y seres humanos, en especial en las áreas de interfase urbano rural (IUR).

■ LAS IURS Y SUS RELACIONES CON LOS INCENDIOS: HISTORIA, EVOLUCIÓN Y PERSPECTIVAS FUTURAS.

Si bien la definición técnico-científica de Interfase Urbano Rural o IUR fue brindada a inicios de este documento, podemos resumirla diciendo que se trata de áreas rurales, generalmente aledañas a ciudades, donde las viviendas y las actividades humanas se entremezclan y/o limitan con áreas con vegetación natural (Radeloff et al. 2018). Estas IUR son motivo de diversos problemas humano-ambientales, entre los cuales podemos mencionar la fragmentación del hábitat y pérdida de diversidad, las disputas prediales, y en regiones con una estación climática seca, los incendios de vegetación (Alavalapati et al. 2005). Ejemplos de estas áreas alrededor del mundo pueden ser encontrados en el oeste de Norte América (Radeloff et al. 2018), en Australia (Collins et al. 2015), en Chile (Reszka y Fuentes 2015), y en Europa en Portugal (Gómez González et al. 2018), sur de Francia, Italia, España y Grecia (San-Miguel-Ayán et al. 2013). En la Argentina, estas IURs se ubican fundamentalmente en la región oeste de la Patagonia central (Godoy et al. 2019), en Córdoba (Argañaraz et al. 2017), y en menor medida en otros ecosiste-

mas cercanos a grandes ciudades y que presentan un período de sequía durante el año. Aunque el origen y desarrollo de las IURs a nivel mundial respondió a procesos diferentes, todas comparten el mismo problema del riesgo de incendios (por paulatina acumulación de biomasa por políticas de supresión total del fuego en ecosistemas con una estación de sequía). Uno de estos procesos de formación de las IURs lo podemos ubicar en los años 70-80 del siglo pasado en toda la Europa Mediterránea, cuando cambios económicos que mejoraron la calidad de vida y del trabajo en las ciudades dieron como resultado grandes migraciones desde áreas rurales hacia centros urbanos, con el consiguiente abandono de actividades agrícolas y ganaderas (Goldammer y Bruce 2004). Esta migración produjo la paulatina desaparición del pastoreo intensivo, las quemadas y otras actividades que habían mantenido a la vegetación de esas áreas rurales aledañas a ciudades por debajo de umbrales críticos como para producir incendios de magnitud. Poco a poco, las viviendas de esas áreas abandonadas fueron compradas y transformadas en unidades de descanso o en recreativas de uso temporal, fundamentalmente por parte de habitantes de grandes ciudades o veraneantes del norte de Europa que buscaban el calor y el "buen tiempo" que estos ecosistemas ofrecían. Fue así como se mejoraron las viviendas y algunos accesos, mientras que la vegetación que las rodeaba, sin ningún tipo de manejo, se iba incrementando a niveles sin precedentes. El segundo proceso se dio fundamentalmente en países del nuevo mundo con ecosistemas similares a los mediterráneos, como en el oeste de los EEUU y Canadá, en Australia, el centro de Chile y en algunas regiones del Centro oeste la Patagonia Argentina. En estos lugares y entre los años 60 y hasta los 80s, la migración hacia

esas incipientes IURs fue liderada por grupos de ciudadanos desencantados con sus vidas en grandes urbes y que, buscando la paz, armonía, y contacto con la naturaleza, se fueron asentando en estas áreas de IUR, que presentan además las características de estar ubicadas en zonas con escenarios naturales muy atractivos por su inusitada belleza (Stetler et al. 2010, Gill et al. 2015). En los últimos quince años, la mejora en las vías de comunicación, y de manera particular la conexión mediante telefonía celular e internet, causaron prácticamente una explosión demográfica en casi todas las IURs a nivel global (Lampin-Maillet et al. 2010, Galiana Martín 2012, Godoy et al. 2019). Esto trajo consigo un recrudescimiento de los problemas humano-ambientales señalados precedentemente, y en especial en las características cada vez más catastróficas cuando se producían incendios de vegetación. En efecto, la combinación de políticas de exclusión y la creciente urbanización de las IUR ha resultado en uno de los más grandes cambios en los regímenes de fuego (Morgan et al. 2001), alterando la cantidad de igniciones y aumentando la disponibilidad de combustibles en esas áreas.

Evolución de algunas IURs en el mundo, en particular en la Patagonia central de Argentina

Para ilustrar el crecimiento explosivo e las IURs a nivel mundial, daré a conocer ejemplos de los EEUU, de Europa y de nuestra Patagonia Andina. Entre 1990 y 2010, en el territorio de los EEUU, el número de viviendas en las IURs aumentó de 30,8 a 43,4 millones, representando un 41% de crecimiento, mientras que la superficie ocupada por las IURs creció de 581.000 a 770.000 km² en el mismo período, lo que equivale a un 33% de crecimiento (Martinuzzi et al. 2015). En cuanto

al número de habitantes en las IURs, este pasó de 6 millones en 1960, a más de 120 millones en 2012 (Tabla 1). Esto significa que, en 42 años, mientras la población total de los EEUU prácticamente se duplicó, las migraciones internas hacia las IURs se incrementaron unas 20 veces. Es importante también aclarar que, aunque la mayoría de las IURs censadas en los EEUU están ubicadas en ecosistemas propensos al fuego, existen otras en lugares más fríos y húmedos donde la incidencia de los incendios es menor.

En Europa, en la costa mediterránea española, es el flujo estacional de veraneantes el que acrecienta temporariamente el número de habitantes en las IURs, incrementando el riesgo de incendios por actividades antrópicas (fuegos en acampes mal apagados, negligencia) durante la estación veraniega, que coincide con la temporada de incendios (Tabla 2). Dada la enorme cantidad de biomasa seca acumulada y si se dan las condiciones apropiadas de altas temperaturas, vientos fuertes, y muy baja humedad relativa, es muy alta la probabilidad de que puedan ini-

ciarse incendios que pueden llegar a presentar características de comportamiento extremo, siendo muy difícil su ataque y extinción. Este ejemplo es sólo para una porción de España, pero el mismo patrón se registra en toda la cuenca de Mediterráneo y que comprende gran parte de Portugal, y el sur de Francia, Italia, y Grecia.

En Argentina, una región que ejemplifica el rápido crecimiento de estas IUR está localizada al Este de los Andes, en la Patagonia central, entre los paralelos de 38° a 43° de latitud Sur, y entre el meridiano de 70° al Este y los grandes picos montañosos de la cordillera de los Andes hacia el Oeste, que marcan el límite con Chile. En esta región se encuentran todas las localidades Andino-Patagónicas que van desde Huinganco en el norte de Neuquén y llegando hasta Corcovado al sur en Chubut (Figura 1). Esto engloba un territorio de una maravillosa belleza natural debido a proximidad de las montañas, grandes lagos de origen glacial, bosques templados con múltiples especies, y algunos parques nacionales, provinciales y

Tabla 1. Total de residentes en las IUR de los EEUU en 1960 y su evolución a 2012*

Año	Habitantes (total del país, en millones)	Número de habitantes en áreas de interfase IUR En millones y (%) del total
1960	180	6 (3,33%)
2012	350	120 (34,3%)

* Tomado de Martinuzzi et al. 2015.

Tabla 2. Total de residentes permanentes y temporarios en las IUR de la región de Cataluña y aledaños

Año	Residentes permanentes (total)	Incremento durante la temporada veraniega
2017 -Actual	7 millones	6 millones (total de 13 millones)

municipales con paisajes magníficos (Beccaceci 1998).

En esta región, la política de exclusión del fuego fue introducida los años 40 del siglo pasado con la creación de varios parques nacionales (Tortorelli 1947). Como en otros sistemas mediterráneos, esta política causó desde ese entonces la acumulación de biomasa muerta sin precedentes, modificando el régimen natural del fuego y generando incendios más severos en caso de ocurrencia (Veblen y Kitzberger 2002; Ghermandi et al. 2016). Por otro lado, se dio en ella el asentamiento y crecimiento constante de ciudades como Junín y San Marín de los Andes y Villa la Angostura en Neuquén, Bariloche y El Bolsón en Río Negro, y Lago Puelo, El Hoyo,

Las Golondrinas, Epuyén, Cholila, El Maitén, Esquel, Trevelin y Corcovado en Chubut. Todas han evidenciado un marcado desarrollo de IURs en sus alrededores, en las cuales se ha dado un crecimiento constante de viviendas permanentes y/o como segundas casas para actividades recreativas. En efecto, el número promedio de casas y personas en esta región está creciendo a tasas dos a tres veces más rápido que en el resto de la Argentina (INDEC 2016). Este crecimiento puede ser explicado, en parte, porque la gente busca mejores oportunidades económicas (Ghermandi et al. 2016), mejorar su seguridad familiar, y por ende su calidad de vida en una región rodeada de la belleza natural de parques nacionales y provinciales. Como en otros ecosistemas con estación

seca, incendios catastróficos han ocurrido en esta región, habiéndose incrementado su ocurrencia en coincidencia con años calurosos y secos entre 1999 y 2016. En este período, se quemaron 236.007 ha de áreas naturales y de IUR entre 1999 y 2015 (MAyDS 2015). A esta cifra hay que agregarle los incendios ocurridos en la IUR de Esquel en 2020 y recientemente (en marzo de 2021) en la zona de Lago Puelo, El Hoyo, Las Golondrinas y parajes aledaños a la ciudad de El Bolsón.

Un estudio detallado realizado con datos de entre 1980 y 2016 permitió dimensionar los cambios que se dieron en la zona de IUR que comprende El Bolsón y las localidades de Lago Puelo, El Hoyo, Epuyén y zonas aledañas (Godoy

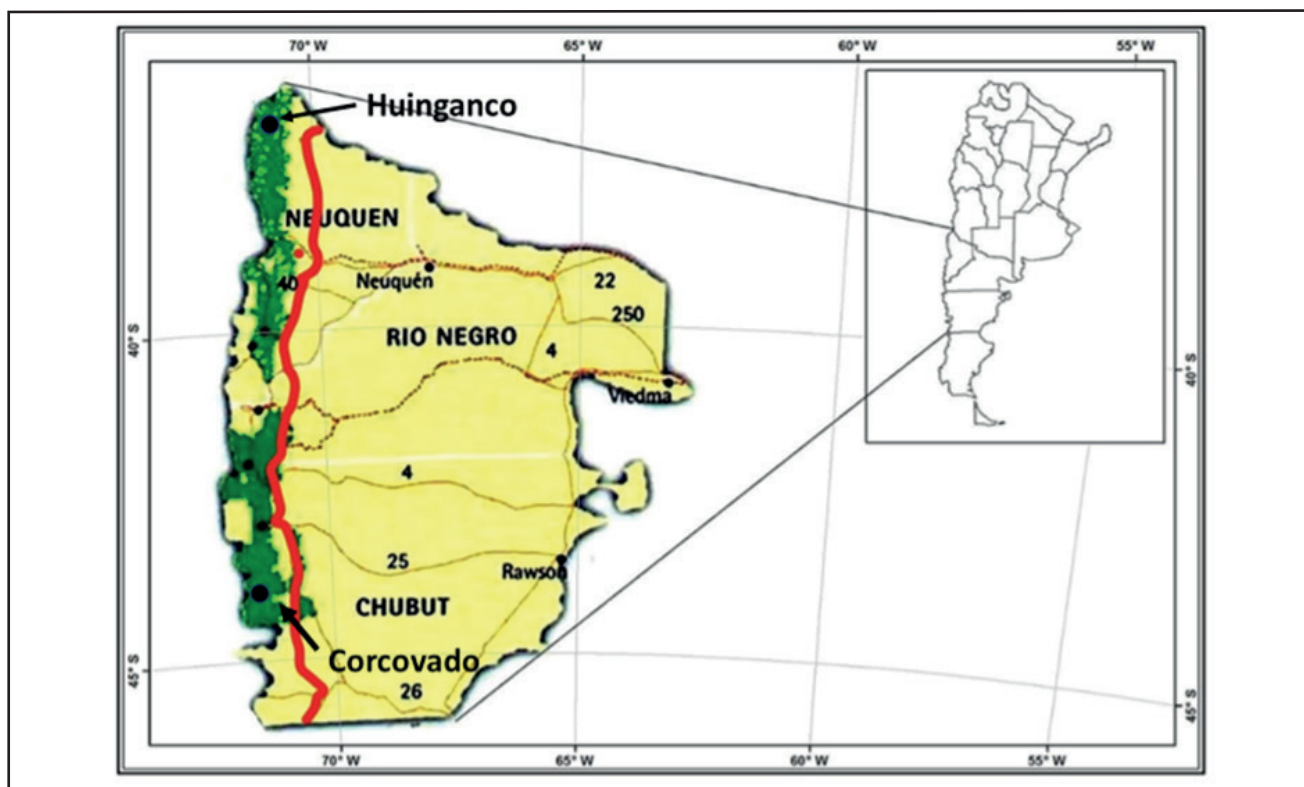


Figura 1: Región Central de la Patagonia Andina Argentina, ubicada entre el límite con la República de Chile al oeste y la ruta Nacional Nro. 40 (en rojo) hacia el este. En esta angosta faja (denominado ecotono bosque-estepa) se ubican las principales ciudades de la pre-cordillera patagónica (puntos negros). Todas se han desarrollado y continúan creciendo en sus áreas de interfase urbano-rural. Huinganco al norte y Corcovado al sur han sido definidos como los límites norte y sur de este Ecotono.

Tabla 3. Evolución del número de viviendas en los cascos urbanos y en la Interfase Urbano Rural (IUR) de El Bolsón, Lago Puelo, Epuyén y El Hoyo)*.

Año	Casco urbano	Interfase Urbano Rural (WUI)	Fuera de la interfase	Total
1980	5.923 (61%)	3.469 (35.7%)	313 (3.2%)	9.705 (100%)
2016	6.452 (49.2%)	6.205 (47.4%)	444 (3.4%)	13.101 (100%)

*Tomado de Godoy et al. 2019

et al. 2019). En ese período, tanto el número de viviendas en el área urbana como en la IUR adyacente, crecieron en total un 35%, de 9.705 en 1982 a 13.101 en 2016. Sin embargo, si se computa el crecimiento relativo en el número de viviendas, ésta fue de sólo el 9% en las áreas urbanas, mientras que en la IUR adyacente fue de casi el 80% (Tabla 3). Asimismo, y en el mismo período, la superficie ocupada por la IUR creció un 75%, pasando de 12.141 a 21.336 ha (Godoy et al. 2019).

Por otra parte, y durante el período de 2010 hasta 2015, este estudio también analizó la incidencia de los incendios en una superficie de 337 mil ha alrededor de donde hallan insertas estas ciudades y sus respectivas IURs. Toda la superficie analizada tiene el mismo clima y tipos de vegetación. Sin embargo, las IURs, que representan sólo el 6,4% de toda esa superficie, concentraron el 77% de todas las igniciones registradas (Godoy et al. 2019, Figura 2). Esto demuestra que aparte de la vegetación proclive a quemarse, la presencia humana y sus múltiples actividades en las IURs actúan como un factor desencadenante en la mayoría de las igniciones, que pueden luego convertirse en incendios. Por supuesto, la cercanía a los cuarteles de bomberos y brigadas de incendios hizo que la mayoría de las 252 igniciones registradas en esos cinco años en la Provincia de Río Negro, se pudieran apagar rápidamente y no pasaran a mayores. Sin embargo,

tres de esas igniciones produjeron incendios de proporciones en los años 2011, 2012, y 2015. Dos años después de publicado el trabajo de Godoy et al. (2019) y cuando se dieron condiciones de extrema sequía, temperaturas altas por varios días, y vientos por la entrada de un frente frío, una o varias igniciones se convirtieron en minutos en un incendio de comportamiento extremo, sin posibilidades de poder ser combatido con éxito por más voluntad y recursos humanos y materiales que se desplegaron. Como pasó en Yellowstone en 1988 y en otros incendios de interfase en California, Australia, Portugal, Grecia o Chile en los últimos años, la acumulación excesiva de biomasa, probables descuidos en alguna gente, cables de electricidad rozando la vegetación y lanzando chispas, y condiciones meteorológicas favorables, jugaron un rol fundamental en el rápido desarrollo y propagación de este incendio. Las consecuencias del mismo fueron 9206 ha quemadas, la pérdida de 3 vidas humanas, y la destrucción de 511 casas.

Si ampliamos el espectro del análisis de las igniciones contabilizadas entre 2010 y 2015, hay registros que muestran que en esa misma área también ocurrieron incendios de comportamiento extremo (similares al de 2021) durante las temporadas de verano de 1960, 1963, 1979, 1987, 1998, 2004, aparte de los registrados en 2011 y 2012 (Strobl y Zacconi 2012), y también

en 2015. Es importante mencionar que los incendios ocurridos hasta 2004 quemaron mayoritariamente áreas silvestres que no estaban aún incorporadas a las actuales IURs. Como también sucede a nivel global, y pese a esta irrefutable realidad, los incendios en esta región se tratan aun desde el enfoque reactivo de supresión y combate. Sin embargo, es necesario remarcar una vez más, que la atenuación y disminución de los efectos de los incendios catastróficos deben basarse en la prevención. Estas tareas implican fundamentalmente la disminución de la biomasa durante el invierno, la adecuación de los códigos de edificación y ubicación de las casas en lugares seguros (sin vegetación combustible alrededor), el establecimiento estratégico de áreas y espacios libres de vegetación, el mantenimiento continuo de vías de escape y la limpieza y eliminación de ramas debajo de los tendidos eléctricos. Estas tareas preventivas son económicas y muy eficaces para tener interfaces relativamente seguras en el caso de incendios.

Las similitudes entre los regímenes de fuego y en el desarrollo de la IUR entre la zona central de los Andes Patagónicos y en algunas regiones de oeste de los EEUU, son notables. En cuanto a los incendios, estas similitudes están representadas, por ejemplo, en el paralelo que hay en la historia del fuego en las montañas del Colorado Front Range y el noroeste de la Patagonia (Veblen

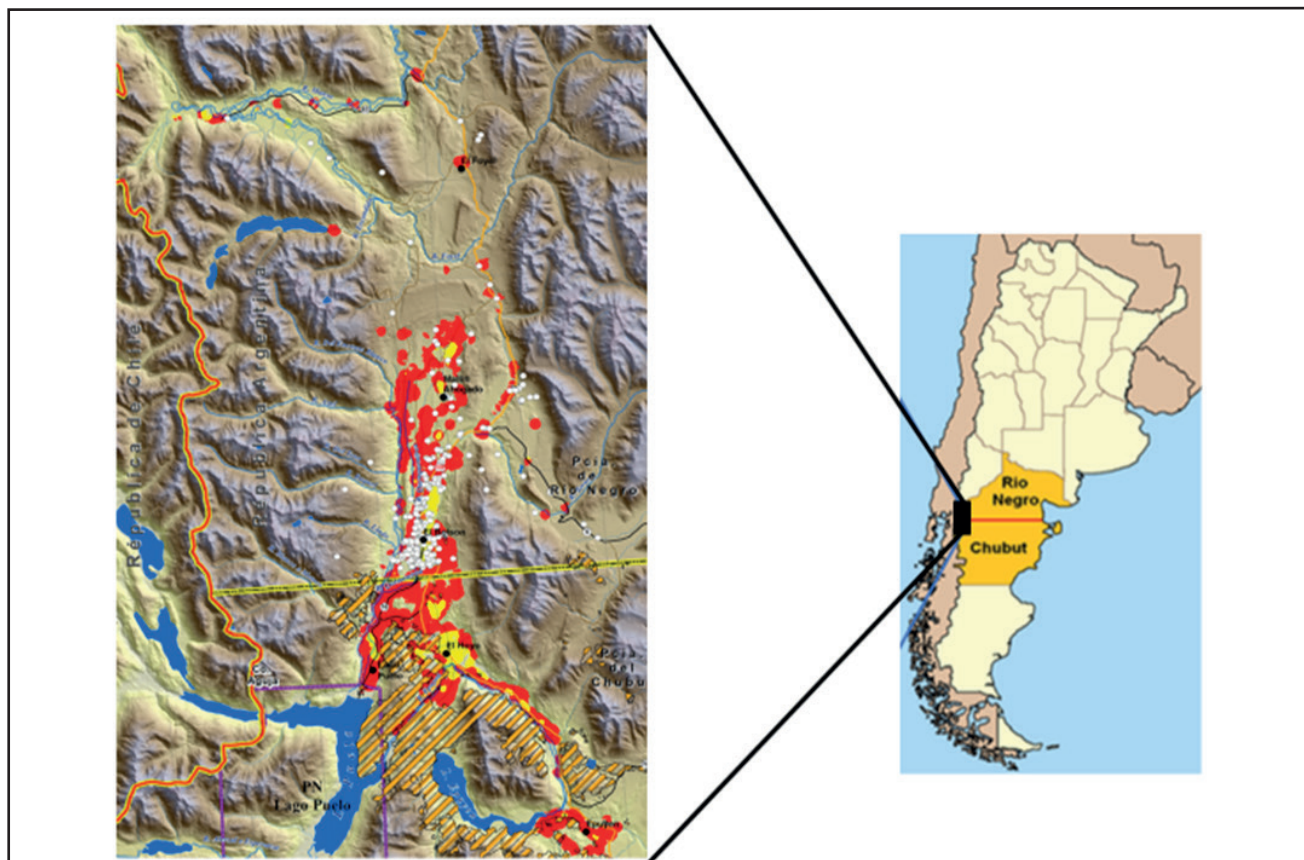


Figura 2: Las IURs en los alrededores de El Bolsón, El Hoyo, Lago Puelo, y Epuéyén en 2016 (áreas rojas y amarillas). Las rayas amarillas en diagonal son los incendios ocurridos entre 2011 y 2015 en esa región. Los círculos blancos corresponden a igniciones detectadas solo en la Provincia de Río Negro entre 2010 y 2015. Dentro de estas IURs, que representan el 6,4 % de todo el territorio analizado, ocurrieron el 77% de todas las igniciones documentadas, lo que indica la peligrosidad en el desarrollo de incendios en las IURs. En la provincia del Chubut, solo se registran incendios declarados y no igniciones, por esa razón la ausencia de esos puntos blancos en esa provincia (Godoy et al. 2019).

y Kitzberger 2002), y la sincronía interhemisférica de incendios forestales y la influencia de la corriente de El Niño Oscilación del Sur (ENSO por sus siglas en inglés) en ambas regiones (Kitzberger et al. 2001). Por otro lado, y en relación al desarrollo y crecimiento urbano de la IUR, la región centro noroeste en Patagonia está experimentando una tendencia expansiva similar a la que Hammer et al. (2007) describió para California, Oregón y Washington en EEUU. Similares patrones de crecimiento y expansión de las IURs, y la ocurrencia de incendios catastróficos se han verificado también en otras zonas de EEUU (Radeloff et al. 2018), en Europa (Lampin Mailliet et al. 2010),

en las Sierras Chicas de Córdoba en Argentina (Argañaraz et al. 2017) y en otras regiones del mundo (Bar-Massada et al. 2014).

■ CONSIDERACIONES FINALES

En primer lugar, es importante comprender que los incendios de vegetación son de naturaleza compleja, y por lo tanto diferentes a los incendios de estructuras. Los incendios de estructura se terminan con su extinción, mientras que en los de vegetación, su extinción exitosa lleva con el tiempo a más y más acumulación de biomasa, lo que aumenta el riesgo y complejidad de futuros incendios. En los incendios de

IURs, sin embargo, tanto la vegetación como las personas y estructuras son afectadas. Esto requiere de un enfoque especial basado tanto en la seguridad de las personas y estructuras como en la correcta comprensión de la vegetación y su funcionamiento en ecosistemas propensos al fuego. Hoy, y desde la gobernanza, es solo el condicionamiento humano basado en la protección de personas y estructuras lo que influencia el proceso de decisión (del tipo reactiva) en el caso de ocurrencia de este tipo de incendios de IURs. Para afrontar el problema estos incendios de manera eficaz, deberemos abandonar el enfoque actual reactivo, centrado en aumentar y mejorar las

actividades de supresión y combate, y concentrarnos en acciones de prevención y manejo de la vegetación. También es de vital importancia adecuar la legislación, tanto en lo relacionado a planificación y desarrollo urbano, como el apoyo a las tareas de gestión de la vegetación y prevención del fuego, y otras medidas que reviertan ese enfoque reactivo y que acompañen los avances del conocimiento científico en esta materia. El objetivo deberá ser entonces lograr garantizar tanto el desarrollo de urbanizaciones seguras como la sustentabilidad de los ecosistemas en estas IURs. Sólo así se podrá atenuar este fenómeno socio-ecológico, que amenaza negativamente el modelo de desarrollo urbano de estas IURs tanto en la Patagonia Argentina como a nivel global.

■ REFERENCIAS

- Alavalapati JRR, Carter DR, Newman DH (2005) Wildland–urban interface: challenges and opportunities. *Forest Policy and Economics* 7, 705–708.
- Andela, N, DC Morton, L Giglio, Y Chen, GR van der Werf, PS Kasibhatla, RS DeFries, GJ Collatz, S Hantson, S Kloster, D Bachelet, M Forrest, G Lasslop, F Li, S Mangenon, JR Melton, C Yue, JT Randerson (2017). A human-driven decline in global burned area. *Science* 356:1356-1362
- Argañaraz JP, Radeloff VC, Bar-Massada A, Gavier-Pizarro GI, Scavuzzo CM, Bellis LM (2017) Assessing wildfire exposure in the wildland-urban interface area of the mountains of central Argentina. *Journal of Environmental Sciences* 196, 499–510.
- Arriaga Cabrera, LB. 1994. Dinámica de claros y procesos de regeneración de un bosque de montaña. Tesis Doctoral. UNAM, México, 277 pp.
- Attwell, L, Kovarovic K, Kendal J. R. (2015). Fire in the Plio-Pleistocene: the functions of hominin fire use, and the mechanistic, developmental and evolutionary consequences. *Journal of Anthropological Sciences* 93: 1-20.
- Bar-Massada A, Radeloff VC, Stewart SI (2014) Biotic and abiotic effects of human settlements in the wildland–urban interface. *Bioscience* 64, 429–437.
- Beccaceci MD (1998) 'Natural Patagonia: Argentina and Chile, 1st edn. (Pangaea: Saint Paul, MN, USA)
- Brown KS, Marean, CW, Herries, AIR, Jacobs, Z, Tribolo, C, Braun, D, Roberts, DL, Meyers, M, Bernatchez, J. (2009). Fire as an Engineering Tool of Early Modern Humans. *Science* 325, 859-862.
- Clements, FE. (1916). *Plant Succession, an analysis of the development of vegetation*. Carnegie Institute of Washington. 512 pp.
- CMMAD. (1987). *Nuestro Futuro Común*. Informe Brundtland. <https://www.ecominga.uqam.ca>
- Collins KM, Price OF, Penman TD (2015) Spatial patterns of wildfire ignitions in south-eastern Australia. *International Journal of Wildland Fire* 24, 1098–1108.
- Defossé, GE y Urretavizcaya MF. (2003). Introducción a la Ecología del Fuego. Pags. 17-26. En: C. R. Kunst, S. Bravo y J. L. Panigatti (eds.). *Fuego en los Ecosistemas Argentinos*, Cap. 2. INTA – Santiago del Estero. 332 pp.
- Dodge, M (1972). Forest fuel accumulation -a growing problem. *Science* 177:130-142.
- Galiana Martín L (2012) Las interfaces urbano–forestales: un nuevo territorio de riesgo en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 58, 205–226.
- Ghermandi L, Beletsky NA, de Torres Curth MI, Oddi FJ (2016) From leaves to landscape: a multiscale approach to assess fire hazard in wildland–urban interface areas. *Journal of Environmental Management* 183, 925–937.
- Gill N, Dun O, Brennan-Horley C, Eriksen C (2015) Landscape preferences, amenity, and bushfire risk in New South Wales, Australia. *Environmental Management* 56, 738–753.
- Godoy, MM, Martinuzzi, S Kramer, HÁ, Defossé, GE, Argañaraz, J., Radeloff VC. (2019). Rapid WUI growth in a natural amenity-rich region in central-western Patagonia, Argentina. *International Journal of Wildland Fire* 28(7):473-484.
- Goldammer, JG y Bruce M (2004). The use of prescribed fire in the Land Management of western and Baltic Europe: an overview. *International Forest Fire News* 30: 2-13.
- Gómez-González S, Ojeda F, Fernandes PM (2018) Portugal and Chile: longing for sustainable forestry while rising from the ashes. *Environmental Science & Policy* 81, 104–107. doi:10.1016/J.ENVSCL.2017.11.006
- Gowlett JA (2016). The discovery of fire by humans: a long and convoluted process. *Philos Trans R*

- Soc Lond B Biol Sci. 2016 Jun 5;371(1696):20150164.
- Hammer RB, Radeloff VC, Fried JS, Stewart SI (2007) Wildland–urban interface housing growth during the 1990s in California, Oregon, and Washington. *International Journal of Wildland Fire* 16, 255–265.
- INDEC (2016) Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. Buenos Aires.
- Kitzberger T, Swetnam TW, Veblen TT (2001) Inter-hemispheric synchrony of forest fires and the El Niño–Southern Oscillation. *Global Ecology and Biogeography* 10, 315–326.
- Lampin-Maillet C, Jappiot M, Long M, Bouillon C, Morge D, Ferrier JP (2010) Mapping wildland–urban interfaces at large scales integrating housing density and vegetation aggregation for fire prevention in the south of France. *Journal of Environmental Management* 91, 732–741.
- Leopold, AJ., Cain, SA, Cottam, CM, Gabrielson, IN, Kimball TI. (1963). Wildlife management in the National Parks. *Am. For.* 69(4),32-35, 61-63.
- Liu J, Dietz T, Carpenter SR, Folke C, Alberti M, Redman CL, Schneider SH, Ostrom E, Pell AN, Lubchenco J, Taylor WW, Ouyang Z, Deadman P, Kratz T, Provencher W (2007). Coupled human and natural systems. *Ambio* 36, 639–649.
- Mallén Rivera, C. (2013). Tres siglos de la invención de la sostenibilidad. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 4(20), 4-6.
- Martinic, M (2005). De la Trapananda al Aysén. Pehuén Editores, Santiago, Chile
- Martinuzzi S, Stewart SI, Helmers DP, Mockrin MH, Hammer RB, Radeloff VC (2015) The 2010 wildland–urban interface of the conterminous United States. US Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station, Research Map NRS-8.
- MAyDS (2015) ‘Estadística de incendios forestales.’ (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable: Buenos Aires, Argentina).
- Myers, RL (2006). Convivir con el fuego—Manteniendo los ecosistemas y los medios de subsistencia mediante el Manejo Integral del Fuego. The Nature Conservancy, Tallahassee FL., 36 pp.
- Mermoz M, Kitzberger T, Veblen TT (2005) Landscape influences on occurrence and spread of wildfires in Patagonian forests and shrublands. *Ecology* 86, 2705–2715. doi:10.1890/04-1850
- Minor, J. y Boyce GA. (2018). Smokey Bear and the pyropolitics of United States forest governance. *Political Geography*, 62, 79-93.
- Morgan P, Hardy CC, Swetnam TW, Rollins MG, Long DG (2001). Mapping fire regimes across time and space: understanding coarse and fine-scale patterns.
- Morgan, P., Defossé, GE, Rodríguez NF. (2003). Management implications of fire and climate change in the western Americas. Ch15, pp 413-440 in: T. T Veblen, W. L. Baker, G. Montenegro, and T. W. Swetnam, eds. *Fire and Climatic Change in Temperate Ecosystems of the Western Americas*. Springer Verlag. Jena. 444 pp.
- Pyne SJ. (2020). *Our Burning Planet: Why We Must Learn to Live With Fire*. Yale Environment 360. Yale University, USA
- Radeloff VC, Helmers DP, Kramer HA, Mockrin MH, Alexandre PM, Bar-Massada A, Butsic V, Hawbaker TJ, Martinuzzi S, Syphard AD, Stewart SJ (2018) Rapid growth of the US wildland–urban interface raises wildfire risk. *Proceedings of the National Academy of Science* 115, 3314–3319. Available at
- Raia P, Boggioni M, Carotenuto F, Castiglione S, Di Febbraro M, Di Vincenzo F, Melchionna M, Mondanaro A, Papini A, Profico A, Serio C, Veneziano A, Vero VA, Rook L, Meloro C, Manzi G. (2018). Unexpectedly rapid evolution of mandibular shape in hominins. *Sci Rep*. May 9;8(1):7340.
- Reszka P, Fuentes A (2015) The great Valparaiso fire and fire safety management in Chile. *Fire Technology* 51, 753–758.
- Roebroeks, W, Villa, P. (2011). On the earliest evidence for habitual use of fire in Europe. *Proc. Nat. Acad. Sciences* 108(13): 5209–5214.
- San-Miguel-Ayanz J, Moreno JM, Camia A (2013) Analysis of large fires in European Mediterranean landscapes: lessons learned and perspectives. *Forest Ecology and Management* 294, 11–22.
- Scasta J D., Weir, JR., Engle, DM (2015). Assessment of experimental education in prescribed burning for current and future

- natural resource managers, *Fire Ecology* 11(1):88-105.
- Shimelmitz R, Kuhn SL, Jelinek AJ, Ronen A, Clark AE, Weinstein-Evron M. (2014). 'Fire at will': the emergence of habitual fire use 350,000 years ago. *J Hum Evol.* 77:196-203.
- Stetler KM, Venn TJ, Calkin DE (2010). The effects of wildfire and environmental amenities on property values in north-west Montana, USA. *Ecological Economics* 69, 2233–2243.
- Stewart SI, Radeloff VC, Hammer RB, Hawbaker TJ (2007). Defining the wildland–urban interface. *Journal of Forestry* 105, 201–207.
- Strobl V, Zacconi G (2012). Breve comparación entre los incendios Lago Puelo (1987) y Puerto Patriada (2012) ocurridos en el noroeste del Chubut. In 'Actas de Ecosociedad 2012: bosque, ruralidad y urbanismo 3–5 Octubre. Esquel, Argentina. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico CIEFAP: Esquel, Argentina. pp. 194.
- Syphard AD, Radeloff VC, Hawbaker TJ, Stewart SI (2009). Conservation threats due to human-caused increases in fire frequency in Mediterranean-climate ecosystems. *Conservation Biology* 23, 758–769.
- Tortorelli LA (1947). 'Los incendios de bosques en la Argentina.' (Ministerio de Agricultura de la Nación: Buenos Aires, Argentina).
- USDA and USDI (2001). Urban–wildland interface communities within vicinity on Federal lands that are at high risk from wildfire. *Federal Register* 66, 751–777.
- Veblen TT, Kitzberger T (2002). Inter-hemispheric comparison of fire history: the Colorado Front Range USA, and the northern Patagonian Andes, Argentina. *Plant Ecology* 163, 187–207
- Wright, HA. Bailey, AW (1982). *Fire Ecology United States and Southern Canada*. New York John Wiley and Sons, Inc.
- Wuerthner, G (2006). *Wildfire: a Century of Failed Forest Policies*. Island Press, EEUU
- Zink, KD, Lieberman, DE (2016). Impact of meat and Lower Palaeolithic food processing techniques on chewing in humans. *Nature* 531, 500–503.

■ NOTAS

1. Definida como “las interacciones y acuerdos entre gobernantes y gobernados, para generar oportunidades y solucionar los problemas de los ciudadanos, y para construir las instituciones y normas necesarias para generar esos cambios”.

2. La interfaz o interfase Urbano Rural, IUR o WUI en idioma inglés, es el área de transición entre tierras con vegetación que están desocupadas y tierras con desarrollo urbano (USDA and USDI 2001). Estas zonas de IUR son foco de problemas humano-ambientales), incluidos los incendios, la fragmentación del hábitat la pérdida de la biodiversidad y las disputas territoriales

3. El régimen de fuego se define como un conjunto de condiciones recurrentes del fuego que caracterizan a un ecosistema. Estas condiciones incluyen frecuencia, comportamiento, severidad, propagación, tamaño, y distribución de los fuegos. Si se elimina o se aumenta la frecuencia del fuego o se altera o restringe uno o más de los componentes del régimen del fuego, el ecosistema puede transformarse, perdiendo hábitats y especies. Prácticamente todos los ecosistemas terrestres tienen un régimen de fuego, es decir, una historia de fuego que ha moldeado o afectado la estructura y la composición de sus especies (Myers 2006).