Educación ambiental integral

Fuego en la Naturaleza:

Historia, Ecología, Regímenes y Manejo en la Región Patagónica

CONICET
C I E M E P
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco
INTA
INSTITUTO SUPERIOR DE FORMACIÓN DOCENTE 809 ESQUEL I S F D CHUBUT
SNMF Servicio Nacional de Manejo del Fuego
CIEFAP Conocimiento e Innovación en Bosques Patagónicos
Secretaría de Bosques
Ministerio de Educación
Gobierno del Chubut

Fuego en la Naturaleza:

Historia, Ecología, Regímenes y Manejo en la Región Patagónica

Autor: Ing Ftal. Tomas E. Withington.
(CIEMEP-UNPSJB-CONICET)

El fuego

Sin entrar en definiciones científicas, para que ocurra el fuego se deben dar tres elementos, un combustible, que en la naturaleza es la vegetación; oxígeno, que es aportado por nuestra atmósfera y una fuente de ignición o calor, que puede ser aportado por múltiples orígenes, un rayo, un volcán, un fósforo (figura 1).

Una vez que se desencadena un incendio en el ambiente, su persistencia y comportamiento están condicionados por diversas características que comúnmente clasificamos en tres categorías: las asociadas con las condiciones meteorológicas, aquellas vinculadas a la topografía y por último las relacionadas con la vegetación (combustible) (figura 1). En caso de que, en algún momento, estas características obstaculicen la disponibilidad de calor, oxígeno y combustible, el fuego se extinguirá.

Estas características son, en su mayoría, y especialmente las asociadas a la vegetación y la meteorología, dinámicas. Esta variación constante de las características resulta un en constante cambio en el comportamiento del fuego. Y la escala de estos cambios se puede analizar en segundos, minutos, horas, días, años, décadas, siglos, etc.

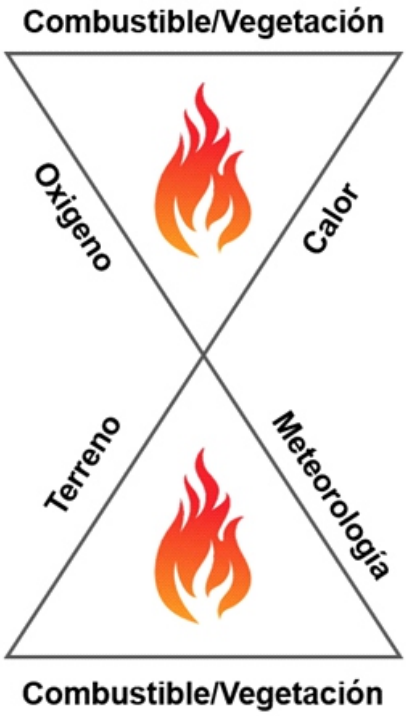

Figura 1. Triángulos del Fuego y de comportamiento

El fuego en el sistema Tierra

El fuego es un fenómeno global que ha dejado su huella en el registro geológico, poco después de la aparición de las plantas terrestres. Este fenómeno ejerce una profunda influencia en los patrones y procesos de los ecosistemas a nivel mundial, afectando la distribución y estructura de la vegetación, el ciclo del carbono y el clima (Bowman et al., 2009). Los incendios de vegetación, respaldados por evidencia de carbón fósil, datan de hace aproximadamente 420 millones de años, coincidiendo con el surgimiento de las plantas terrestres en el período geológico Silúrico (Scott & Glasspool, 2006). El fuego desempeña un papel crucial en el ciclado de elementos como el fósforo, a través de procesos de volatilización y lixiviación (Lenton, 2001).

Es fundamental reconocer que el fuego ha sido un componente intrínseco de la historia de la vida terrestre, existiendo prácticamente desde los inicios del planeta (Wright y Bailey, 1982; Kimmins, 1997). A lo largo de tiempos inmemoriales, ha contribuido significativamente a dar forma a diversos ecosistemas vegetales, incluyendo bosques, arbustales, matorrales, humedales y pastizales (Vogl, 1971b). La presencia constante del fuego en la historia de la vida terrestre suscita la conjetura de que este fenómeno ha tenido efectos evolutivos notables en la biota.

La evidencia fósil revela que los tipos de vegetación propensos a incendios han dejado marcas distintivas en el registro, documentando cambios en su abundancia y rango geográfico. Un ejemplo destacado es el de las gramíneas tropicales, que durante periodos secos producen grandes cantidades de combustibles finos y altamente inflamables. Análisis moleculares han demostrado que los biomas de sabana tropical experimentaron una expansión simultánea en Asia, África y las Américas hace aproximadamente 7 a 8 millones de años, coincidiendo con un aumento sustancial de carbón en sedimentos marinos (Keeley & Rundel, 2005). Inclusive, se ha planteado la hipótesis de que el fuego propició la expansión de la sabana mediante retroalimentaciones climáticas que generaron condiciones más cálidas y secas, favoreciendo la proliferación de este tipo de ecosistema (Beerling & Osborne, 2006).

El fuego y los seres humanos

La propagación de ecosistemas de sabana, altamente inflamables, donde la evidencia indica presencia pasada de homínidos, probablemente se asocie a su dominio del fuego (Segalen et al. 2007). El registro fósil de los homínidos sugiere que los alimentos cocidos podrían haber aparecido tan temprano como 1.9 millones de años atrás (Wrangham et al. 1999), aunque pruebas confiables del uso controlado del fuego no aparecen en el registro arqueológico hasta después de 400.000 años, con evidencia de un uso regular mucho más tarde (Karkanas et al. 2007). El uso doméstico rutinario del fuego comenzó alrededor de 50.000 a 100.000 años atrás (Bar-Yosef 2002), lo que podría haber influido en la evolución de la tolerancia humana a la contaminación del aire (Platek 2002); los cazadores-recolectores usaron el fuego para reducir combustibles y gestionar la vida silvestre y las plantas desde decenas de miles de años atrás (Pyne 2001).

La coevolución entre las personas y el fuego en la historia fue desarrollándose de manera armónica. Fue el uso y el mantenimiento del fuego en cavernas y otros lugares de protección lo que no sólo mejoró paulatinamente la calidad de vida de vida de las personas en cuanto a alimentación y abrigo, sino que también fue la luz que el fuego generaba lo que actuó como regulador de la foto-periodicidad, alterando los ritmos biológicos y sincronizando aspectos reproductivos de los mismos (Attwell et al. 2015). En épocas más cercanas a nuestro tiempo (hace aproximadamente unos 6 mil años atrás), la humanidad generó tecnologías mediante la diestra manipulación del fuego, que le permitieron la producción de cerámicas y utensilios metálicos (Brown et al. 2009). Desde entonces, el dominio del fuego fue uno de los aspectos clave para el desarrollo de todas las civilizaciones que nos antecedieron.

A medida que avanzaba la Edad de Piedra, el uso del fuego creció y se integró en diversas actividades humanas. La tecnología de fundición de metales surgió hace unos 6 mil años, marcando otro hito en la relación entre los humanos y el fuego. En la Edad Antigua, las concentraciones humanas en grandes ciudades dependían en gran medida de la leña como fuente de energía. Además, se evidenció un esfuerzo organizado contra incendios con la creación de las primeras brigadas en ciudades, como la establecida por César Augusto en Roma en el año 22 a.C.

La energía de biomasa (de leña fundamentalmente) que el fuego proveyó para distintos usos, fue determinante y se unió indisolublemente al desarrollo de la humanidad hasta hace unos 150-180 años atrás. A partir de ese momento y con el advenimiento de la revolución industrial y la concentración humana en grandes urbes, se comenzó a incrementar el uso de combustibles fósiles (carbón de piedra, petróleo y gas) y también de la hidroelectricidad, para la provisión de la energía necesaria para el desarrollo de la mayoría de las actividades económicas, industriales, y productivas.

Con la llegada de la Revolución Industrial, aproximadamente hace 160-180 años, la leña y el carbón se convirtieron en las principales fuentes de energía. Sin embargo, este período también presenció la transición hacia la quema de combustibles fósiles, marcando el abandono gradual del fuego natural como fuente principal de energía.

En la actualidad, la transición de las economías de subsistencia a las industriales está cambiando drásticamente la relación entre los humanos y el fuego. La conversión de bosques en paisajes agrícolas o pastoriles es evidencia de esta transformación en curso, con la tala rápida de selvas tropicales resistentes al fuego mediante la quema de sus fronteras. Este cambio plantea desafíos ambientales y destaca la importancia de comprender y gestionar la relación entre los humanos y el fuego a lo largo de la historia.

Historia del fuego en la región Patagónica

Las evidencias de carbón enterrado en sedimentos antiguos revelan una narrativa compleja y cambiante a lo largo de los milenios. Hace unos 10.000 años, durante el Holoceno temprano, la región experimentó un clima más seco y cálido, lo que resultó en una mayor frecuencia e intensidad de los incendios según los estudios de Bianchi (2007).

A medida que avanzaba el Holoceno medio (8.200 a 4.500 años antes del presente), el clima se volvía más húmedo, reduciendo la frecuencia e intensidad de los incendios, aunque estos seguían siendo eventos naturales significativos en la Patagonia. Sin embargo, en el Holoceno tardío, el clima se volvió más variable, con períodos de sequía más frecuentes, lo que llevó a un aumento en la frecuencia e intensidad de los incendios forestales en los últimos siglos.

Durante el periodo previo a la colonización de la región patagónica, las comunidades indígenas no realizaban una supresión de los fuegos naturales, los registros indican que para la caza utilizaban el fuego, quemando los mismos sitios con frecuencia. Este patrón cambió drásticamente después de la denominada “Conquista del Desierto” en 1880, cuando se inició un período libre de fuegos, extracción de madera, y expansión del uso ganadero del área por parte de estancieros.

A lo largo de los siglos XVII al XIX, diversos relatos históricos, como los del Padre Mascardi (1670), Padre Menéndez (1790), Francisco Fonck (1856), Fernando Hess (1856), Guillermo Cox (1863), Charles Musters (1870), Perito Moreno (1975) y Hans Steffen (1892), documentan la presencia recurrente de fuegos en la región. Estos eventos se relacionaron con la caza, movimientos humanos, señales, apertura de sendas para el comercio, intercambio de bienes, apertura del bosque para cultivo y pastura.

A partir de 1850, se observó un aumento significativo en la frecuencia de incendios, una tendencia que se intensificó con la colonización. En 1914, Bailey Willis mapeó quemazones extensas (Figura 2), sugiriendo su origen a partir de incendios antiguos. Rothkugel, en 1916, atribuyó principalmente la existencia de fuego en la región a colonos europeos, y secundariamente a grupos indígenas y rayos.

Sin embargo, en general a partir de 1900, se registró una declinación en la frecuencia de incendios, y desde 1930 hasta la actualidad, se ha observado la exclusión del fuego en la región. Este cambio en las prácticas de manejo del fuego se evidenció aún más con el rozado de bosques en Chile, un acuerdo que se estableció en 1941.

Hoy en día, la historia del fuego en la Patagonia Andina refleja una compleja interacción entre factores climáticos, prácticas humanas y cambios en la gestión del paisaje. La exclusión del fuego desde el siglo XX ha dejado una marca en el ecosistema, ilustrando cómo las acciones humanas y las políticas de manejo pueden influir en el régimen de incendios a lo largo del tiempo.

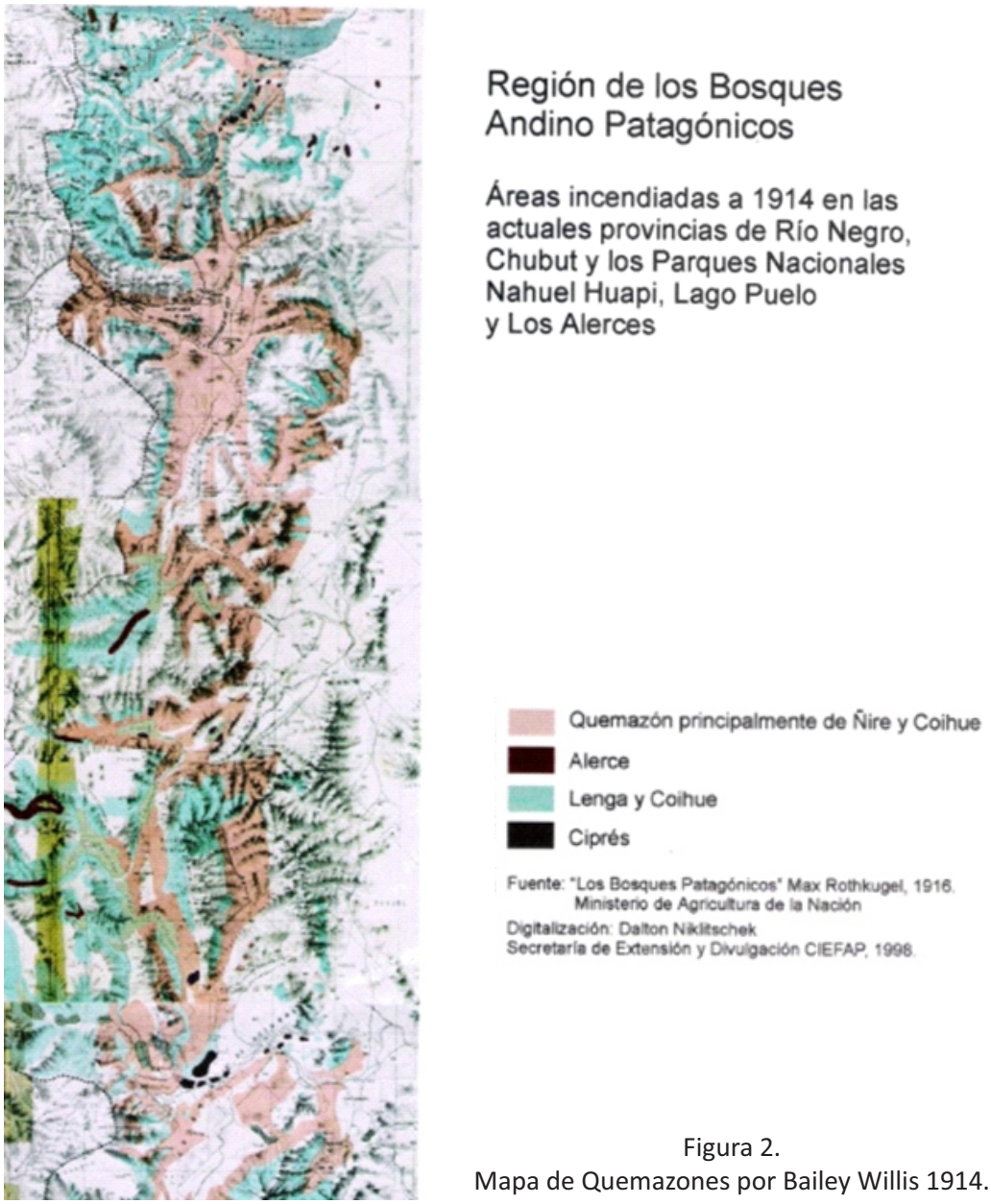

Figura 2.
Mapa de Quemazones por Bailey Willis 1914.

Ecología del fuego

La ecología del fuego es una rama de la ecología que se centra en el estudio de la interacción entre el fuego y los ecosistemas. Comprender la ecología del fuego implica analizar los efectos del fuego en la vegetación, la fauna, los suelos y otros componentes del paisaje (CIFFC 2003).

Cada manifestación del fuego, ya sea un incendio rápido y destructivo o un fuego controlado y regenerador, tiene consecuencias únicas en los ecosistemas.

En un mismo entorno, cada especie presenta respuestas distintas ante el fuego, tanto a corto como a largo plazo. La intensidad, la duración del fuego y otros factores influyen en la forma en que las plantas reaccionan. Esta variabilidad es esencial para entender la dinámica de los ecosistemas frente a los incendios, ya que las plantas han desarrollado adaptaciones específicas a lo largo de su evolución.

Las adaptaciones de las plantas al fuego son diversas y varían entre estados madurativos. Algunas plantas han desarrollado resistencias notables al fuego, como una corteza gruesa que protege contra el calor intenso. Otras muestran la capacidad de rebrotar después de un incendio a través de estrategias como la poda natural, donde las partes dañadas son desprendidas, permitiendo que el nuevo crecimiento emerja.

Por otro lado, la tolerancia al fuego se manifiesta en respuestas que permiten a las plantas sobrevivir y adaptarse. Ejemplos de tolerancia incluyen el rebrote de cepa, donde las plantas son capaces de regenerarse después del fuego a partir de brotes latentes protegidos bajo la superficie del suelo. Además, algunas especies pueden estimular la germinación de semillas como respuesta al fuego, aprovechando las condiciones postincendio para iniciar su ciclo de vida.

Es esencial destacar que estas adaptaciones y respuestas al fuego son altamente específicas y variadas. Cada planta, en función de su biología y evolución, ha desarrollado estrategias particulares para sobrevivir, reproducirse y aprovechar las oportunidades creadas por el fuego en su hábitat.

En resumen, la ecología del fuego nos muestra que este fenómeno va más allá de ser simplemente destructor o regenerador. Implica una complejidad intrincada de respuestas y adaptaciones por parte de las especies vegetales, permitiendo la coexistencia de diferentes estrategias para enfrentar los desafíos y oportunidades que presenta el fuego en el entorno natural. Entender esta dinámica es crucial para un manejo efectivo del fuego y los esfuerzos de conservación en los diversos ecosistemas.

Los regímenes de fuego y su rol en los ecosistemas

Un concepto clave en este campo es el "régimen de fuego", que se refiere a las características y patrones temporales de los incendios en un área específica (Pyne et al. 1996). Este concepto es esencial para comprender cómo el fuego afecta a un ecosistema y cómo el ecosistema influye en los incendios.

El régimen de fuego abarca diversos aspectos, como la frecuencia, intensidad, tamaño, estacionalidad y patrones espaciales de los incendios en un área determinada. Estos elementos varían significativamente según el tipo de ecosistema, el clima y la vegetación presentes. La ecología del fuego reconoce que el fuego es un proceso natural y, en muchos casos, es esencial para mantener la salud y la diversidad de ciertos ecosistemas.

Los regímenes de fuego de los incendios que afectan a ecosistemas particulares van desde la ausencia o rareza de incendios naturales hasta incendios superficiales de diversa frecuencia e intensidad, llegando a incendios de copa de frecuencia variable. Los regímenes de fuego mixtos, con presencia tanto de incendios superficiales como de copa, ocurren en bosques donde algunas zonas experimentan incendios superficiales y otros incendios de copa durante el mismo evento. El conocimiento del régimen de fuego es importante tanto a nivel de rodales como de paisaje.

Los ecosistemas se pueden clasificar en cuatro grupos generales según el papel que desempeña el fuego (Vogl, 1977):

- Ecosistemas independientes del fuego: Por lo general, no sufren incendios y las especies vegetales poseen pocas o ninguna adaptación al fuego. Los efectos del fuego son drásticos, duraderos y la recuperación posterior es lenta. Algunos ejemplos incluyen bosques de llanuras aluviales, humedales y ecosistemas alpinos.
- Ecosistemas dependientes del fuego: El fuego es común y las condiciones del combustible favorecen su propagación. Las especies vegetales están adaptadas al fuego y lo requieren para su existencia. La recuperación posterior al incendio es inmediata y la exclusión del fuego es antinatural. Ejemplos de ello son las praderas, las sabanas de robles y los bosques de pino contorta, álamo temblón y pícea negra (Vogl, 1977).

Ecosistemas iniciados por el fuego: El fuego es poco frecuente y "catastrófico", ya que acaba con las plantas longevas, pero también las inicia. La revegetación inicial es rápida, pero el período de recuperación posterior al incendio puede ser largo, llegando a cientos de años. Estos ecosistemas son comunes en las regiones templadas e incluyen los tipos de pino blanco occidental, alerce occidental, abeto de Douglas costero, cicuta occidental y cedro rojo occidental.

- Ecosistemas mantenidos por el fuego: Los incendios superficiales de baja intensidad son frecuentes y los incendios de copa son poco comunes. Las plantas individuales suelen sobrevivir a los incendios, que aclaran el rodal, disminuyen la carga de combustible y seleccionan en contra de las especies susceptibles al fuego, manteniendo la comunidad en una etapa de sucesión temprana o media. La ausencia prolongada de fuego es antinatural y resulta en la acumulación de combustible, un aumento de la densidad del rodal, problemas de salud forestal, la invasión de especies de sucesión tardía y una mayor susceptibilidad a los incendios de copa (Vogl, 1977). Estos ecosistemas incluyen principalmente los tipos de pino ponderosa y abeto Douglas del interior.

Es crucial destacar que los regímenes de fuego son inherentemente dinámicos y operan en diversas escalas. Cualquier alteración en el entorno, ya sea provocada por acciones humanas como la introducción de ganado o factores naturales como el cambio climático, puede desencadenar cambios potenciales en el régimen de fuego. A lo largo de la historia reciente, hemos sido testigos de continuas transformaciones en los patrones de incendios, particularmente debido a la creciente presión y las modificaciones que hemos impuesto al entorno. Nuestra historia reciente refleja la interacción constante entre las actividades humanas y la respuesta del régimen de fuego, subrayando la importancia de comprender y monitorear estos cambios para una gestión ambiental efectiva.

Adaptaciones y Relaciones de Especies Patagónicas al Fuego

Corteza Gruesa:

Muchas especies de árboles patagónicos han desarrollado corteza gruesa como una adaptación al fuego. El Alerce (Fitzroya cupresoides) y el pehuén (Araucaria araucana) son ejemplos de especies que presentan una corteza gruesa que actúa como una barrera protectora, permitiéndoles resistir las altas temperaturas de los incendios (Figura 3).

Figura 3. Tronco y corteza de Alerce.

Rebrote de Cepa:

Numerosas especies del bosque Patagónico, como la Laura (Schinus patagonicus), Radal (Lomatia hirsuta), Ñire (Nothofagus antactica), Retamo (Diostea Juncea) y el Maitén (Maytenus boaria) rebrotan luego del paso de un fuego. Después de un incendio, las yemas latentes en la base del tronco pueden activarse, permitiendo la regeneración de nuevos brotes a partir de la cepa, llegando a medir más de 20 centímetros en la temporada de crecimiento siguiente al incendio (Figura 4).

Figura 4. Rebrote de Radal después de un año del incendio.

Estimulación de Germinación:

Algunas especies vegetales patagónicas han desarrollado la capacidad de estimular la germinación de semillas en respuesta al fuego. El calafate (Berberis microphylla) es un ejemplo, ya que las altas temperaturas y las condiciones postincendio pueden desencadenar la germinación de sus semillas (Veblen 2004).

Asimismo, algunas especies herbáceas han sido indicadas como frecuentes en sitios post incendios forestales, entre ellas Acaena pinnatifida, Alstroemeria aurea, Eryngium paniculatum, Geranium magellanicum, Loasa bergii, Oxalis valdiviensis, Phacelia secunda, Quinchamalium chilense, Solidago chilensis Lathyrus magellanicus y Vicia nigricans (López Alaniz et al. 2018).

Poda Natural:

El ñire (Nothofagus antarctica) es una especie que presenta un mecanismo de poda natural. Después de un incendio, las partes dañadas del árbol se desprenden, permitiendo el surgimiento de nuevos brotes y promoviendo la regeneración.

Respuesta al Estrés:

El coirón (Festuca spp.), una hierba nativa de la región, ha demostrado tener una respuesta positiva al fuego. La exposición al fuego puede estimular su crecimiento y floración, evidenciando una relación adaptativa al estrés generado por el fuego recurrente.

Manejo del Fuego:

El Manejo del Fuego (MF) es un enfoque holístico para la gestión del fuego en los ecosistemas. Busca un equilibrio entre la protección de los valores ambientales, sociales y económicos frente a los riesgos de incendios forestales. Este enfoque reconoce que el fuego es un componente natural de muchos ecosistemas y que puede ser una herramienta útil para la gestión del paisaje (Figura 5).

Figura 5. Triángulo del Manejo del Fuego.

Los principios fundamentales del MF incluyen: Comprensión del ecosistema: Es fundamental conocer el papel del fuego en el ecosistema, incluyendo su frecuencia, intensidad y efectos en la vegetación, la fauna y el suelo.

Prevención: Implementar medidas para reducir la probabilidad de que se inicien incendios accidentales o intencionales.

Preparación: Desarrollar planes de respuesta a emergencias para contener y controlar los incendios que se inicien.

Supresión: Combatir los incendios de forma segura y eficaz, utilizando técnicas y estrategias adecuadas a cada situación.

Rehabilitación: Restaurar las áreas afectadas por el fuego, promoviendo la recuperación de la vegetación y el ecosistema.

Comunicación y educación: Informar y sensibilizar a la población sobre el MF y la importancia del fuego en el ecosistema.

El MF se basa en la colaboración entre diferentes actores:

Agencias gubernamentales: responsables de la gestión del fuego y la protección del medio ambiente.

Comunidades locales: que pueden participar en la prevención, la preparación y la rehabilitación.

Organizaciones no gubernamentales: que pueden aportar experiencia y recursos.

Científicos: que pueden realizar investigaciones para mejorar la comprensión del fuego y su impacto en los ecosistemas.

Los beneficios del MF incluyen:

Reducción del riesgo de incendios forestales:

al implementar medidas de prevención y preparación.

Protección de los valores ambientales:

como la biodiversidad, la calidad del agua y el suelo.

Mejora de la salud del ecosistema**:**

al promover la regeneración natural y la diversidad.

Beneficios económicos:

al reducir los costos de la lucha contra incendios y al generar oportunidades de empleo en la gestión del fuego.

Mejora de la calidad de vida:

al reducir la contaminación del aire y los riesgos para la salud pública.

El MF es un enfoque dinámico y adaptable que debe ajustarse a las características específicas de cada ecosistema y a las necesidades de las comunidades locales. Es un proceso continuo que requiere un compromiso a largo plazo y la participación de todos los actores involucrados.

Paradigmas del Manejo del Fuego

A lo largo de la historia, el manejo del fuego ha experimentado cambios de paradigma significativos, reflejando la evolución de la comprensión humana sobre el papel del fuego en los ecosistemas. Desde la percepción inicial de los incendios como amenazas a la seguridad, hasta la apreciación contemporánea de su función ecológica, estos paradigmas han influido en las políticas y estrategias de manejo del fuego.

1. Paradigma de Supresión Total:

En los primeros años del siglo XX, el paradigma dominante era la supresión total de incendios. Se consideraba que cualquier fuego era perjudicial, y los esfuerzos se centraban en extinguir rápidamente cualquier brote. Este enfoque estaba arraigado en la preocupación por la seguridad pública y la protección de recursos madereros.

2. Paradigma de la Ecología del Fuego:

Hacia mediados del siglo XX, surgió un cambio de paradigma hacia la comprensión de la ecología del fuego. Se reconoció que el fuego era una parte natural y esencial de muchos ecosistemas. Los científicos comenzaron a estudiar los efectos positivos del fuego, como la renovación de la vegetación y la mejora de la biodiversidad. Este cambio de perspectiva llevó a la conceptualización del fuego como una herramienta de gestión en lugar de una amenaza incontrolable.

3. Paradigma del Manejo Adaptativo:

A medida que avanzaba el siglo XX, se consolidó el paradigma del manejo adaptativo del fuego. Este enfoque reconoce la variabilidad inherente en los ecosistemas y aboga por estrategias flexibles que se ajusten a las condiciones cambiantes. Se introdujo la idea de quemas prescritas, que son incendios planificados para reducir el exceso de material combustible y restaurar procesos ecológicos beneficiosos.

4. Paradigma de la Participación Comunitaria:

En las últimas décadas, ha surgido un paradigma que destaca la importancia de la participación comunitaria en el manejo del fuego. Se reconoce que las comunidades locales desempeñan un papel crucial en la prevención y respuesta a incendios. La inclusión de conocimientos tradicionales y la colaboración activa se han convertido en elementos clave para un manejo sostenible del fuego.

5. Paradigma de Cambio Climático:

En la actualidad, el cambio climático ha emergido como un factor clave que está influyendo en el paradigma del manejo del fuego. Los patrones climáticos cambiantes, como sequías prolongadas y temperaturas más altas, están afectando la frecuencia e intensidad de los incendios. El manejo del fuego se enfrenta a nuevos desafíos que requieren adaptación y planificación a largo plazo.

Paradojas del Manejo del Fuego

El manejo del fuego presenta una serie de paradojas que reflejan la complejidad inherente de esta práctica en los ecosistemas. Estas paradojas a menudo surgen de la dualidad de los efectos del fuego, que pueden ser tanto beneficiosos como desafiantes. A continuación, se exploran algunas de las paradojas clave en el manejo del fuego:

1. Supresión y la Necesidad del Fuego:

La paradoja fundamental radica en la supresión histórica del fuego para prevenir riesgos, lo que a menudo resulta en la acumulación de material combustible y en la interrupción de procesos ecológicos naturales. Aunque la supresión busca proteger vidas y propiedades, también puede aumentar la intensidad de futuros incendios.

2. Conservación y la Destrucción Aparente:

El uso del fuego como herramienta de conservación es paradójico. Las quemas prescritas, destinadas a simular incendios naturales y fomentar procesos ecológicos, pueden parecer destructivas en el corto plazo. Sin embargo, a largo plazo, estas acciones contribuyen a la salud de los ecosistemas al prevenir la acumulación de biomasa y renovar la vegetación.

3. Riesgo y la Gestión Controlada:

El manejo del fuego implica gestionar el riesgo de incendios descontrolados. Sin embargo, al realizar quemas controladas para reducir material combustible, existe el riesgo inherente de que estas quemas se salgan de control. La gestión del riesgo se convierte así en un delicado equilibrio entre beneficios y posibles consecuencias no deseadas.

4. Costos de prevención y supresión

La evidencia nos muestra que por cada unidad de valor invertido en prevención se ahorra 50 unidades que se utilizarían en combate. Es decir, es más costoso combatir incendios que prevenirlo o mitigarlos, sin embargo, las políticas institucionales y la percepción de la sociedad siguen valorando más el combate.

5.Participación Comunitaria y la Complejidad Social:

La promoción de la participación comunitaria en el manejo del fuego es vital, pero también introduce complejidades sociales. Diferentes comunidades pueden tener perspectivas divergentes sobre cómo debería gestionarse e fuego, y la colaboración efectiva requiere una comprensión profunda de las dinámicas locales.

Problemáticas actuales del Manejo del Fuego en Patagonia

La Interfaz Urbano-Rural (IUR) es el área de transición entre zonas con vegetación y desarrollo urbano. En esta interfaz, la falta de ordenamiento territorial, el crecimiento desordenado de urbanizaciones y la ausencia de un plan integral de manejo de la vegetación han llevado a la aparición de incendios catastróficos como los ocurrido en Golondrinas y el Hoyo en marzo del 2021, con pérdidas de más de 500 viviendas y la muerte de 3 personas.

Efectos del cambio climático en los incendios a escala local: El cambio climático producto del calentamiento global tienen consecuencias en el clima local que aún se están determinando, sin embargo, uno de los efectos es el aumento de la ocurrencia de eventos extremos, entre los cuales se encuentran las condiciones de incendios de comportamiento extremo, bajo condiciones nunca antes vistas.

La disociación del fuego con la naturaleza: La sociedad actual enfrenta conflictos contrapuestos en relación con los fuegos de vegetación. A pesar de la disminución en la superficie afectada, los incendios son más intensos y devastadores. Se propone cambiar el enfoque de supresión total hacia políticas basadas en el conocimiento científico, que busquen disminuir el impacto de los incendios en la IUR, garantizando la sustentabilidad de los ecosistemas y promoviendo la concientización de la sociedad. Por otro lado, la sociedad exige la conservación de los ambientes, es difícil entender que el fuego puede o es en muchos casos un proceso vital para la conservación de ciertos ambientes y para la prevención y mitigación de grandes incendios catastróficos.

Bibliografía

- **Alexander, M., Leblon, B.** (Eds.). (no year). Current international perspectives on wildland fires, mankind and the environment. Nova Science Publishers.

- **Bar-Yosef, O.** (2002). Annu. Rev. Anthropol. 31, 363.

- **Beerling, D. J., Osborne,** C. P. (2006). Glob. Change Biol. 12, 2023.

- **Beck, J., Parminter, J., Alexander, M., MacDermid, E., Van Nest, T., Beaver, A., & Grimaldi, S.** (no year). FIRE ECOLOGY AND MANAGEMENT.

- **Bowman, A. C. Scott, I. J. Glasspool.** (2009). Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 103, 10861.

- **Defossé, G. E., Godoy, M. M., Bianchi, L. O., Lederer, N. S., Kunst, C.** (2015). Fire history, fire ecology and management in Argentine Patagonia: from ancient times to nowadays. In Current international perspectives on wildland fires, mankind and the environment (pp. 177–210). Nova Science Publishers.

- **Ghermandi, L.** (2006). Los incendios en los pastizales del noroeste de la Patagonia. Investigaciones y aplicaciones. In Actas de la 2a reunión Patagónica y 3a Reunión Nacional sobre Ecología y Manejo del Fuego (pp. 54–64). Andean Forest Research and Extension Center (CIEFAP) and University of Patagonia (UNPSJB).

- **Ghermandi, L., Beletzky, N. A., de Torres Curth, M. I., Oddi, F. J.** (2016). From leaves to landscape: a multiscale approach to assess fire hazard in wildland–urban interface areas. Journal of Environmental Management, 183, 925–937. doi:10.1016/J.JENVMAN.2016.09.051

- **Godoy, M. M., Defossé, G. E., Bianchi, L. O., Davel, M. M., Withington, T. E.** (2013). Fire-caused tree mortality in thinned Douglas-fir stands in Patagonia, Argentina. International Journal of Wildland Fire, 22, 810–814. doi:10.1071/WF12107

- **Godoy, M. M., Martinuzzi, S., Kramer, H. A., Defossé, G. E., Argañaraz, J., Radeloff, V. C.** (2019). Rapid WUI growth in a natural amenity-rich region in central-western Patagonia, Argentina. International Journal of Wildland Fire, 28(7), 473-484. doi.org/10.1071/WF18097

- **Goldammer, J., Cwielong, P., Rodríguez, N., Goerguen, J.** (1996). One thousand years of fire history of Andean Patagonian forests recovered from sediments of the Epuyén River, Chubut province, Argentina. In Biomass burning and global change. Vol. II (pp. 653–659). The MIT Press.

- **Keeley, J. E., Rundel, P. W.** (2005). Ecol. Lett. 8, 683.

- **Kitzberger, T.** (2015). Unpublished manuscript.

- **Lenton, T. M.** (2001). Glob. Change Biol. 7, 613.

- **López Alaniz, N.P, Gobbi M.E. Quinteros C. P., Puntieri J. G.** 2018 Identificación de especies herbáceas nativas apropiadas para prácticas de restauración en bosques post-fuego del NO de Patagonia. I Taller Internacional de Restauración Ecológica, Salta, Argentina.

- **Platek, S. M., Gallup, G. G., Fryer, B. D.** (2002). Med. Hypotheses, 58, 1.

- **Pyne, S. J.** (2001). Fire: A Brief History. Univ. of Washington Press.

- **Pyne, S. J., Andrews, P. L., Laven, R. D.** (1996). Introduction to Wildland Fire (2nd ed.). John Wiley & Sons.

- **Rothkugel, M.** (1916). Los bosques Patagónicos. Ministerio de Agricultura.

- **Scott, A. C., Glasspool, I. J.** (2006). Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 103, 10861.

- **Ségalen, L., Lee-Thorp, J. A., Cerling, T.** (2007). J. Hum. Evol. 53, 549.

- **Tortorelli, L. A.** (1947). Los incendios de bosques en la Argentina. Ministerio de Agricultura de la Nación.

- **Veblen, A. G., et al.** (2004). Efectos del fuego sobre la germinación de semillas de Berberis buxifolia Lam. (Berberidaceae) en la Patagonia argentina.

- **Veblen, A. G., Mermoz, M., Martínez Pastur, G., Sibold, J., & Lewis, J.** (2019). The ecology of southern Chilean and Argentinean Patagonia. Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science.

- **Vogl, R. J.** (1977). Fire frequency and site degradation, p. 193-201. In: Proc. symp. environ. consequences of fire and fuel management in Mediterranean ecosystems. U.S. For. Serv. Gen.Tech. Rep. WO-3

- **Whitlock, C., Bianchi, M. M., Bartlein, P. J., Markgraf, V., Marlon, J., Walsh, J., McCoy, N.** (2006). Quaternary Research, 66, 187–201. doi:10.1016/J.YQRES.2006.04.004

- **Wrangham, R. W., Jones, J. H., Laden, G., Pilbeam, D., Conklin-Brittain, N.** (1999).

Curr. Anthropol. 40, 567.