

# Incendios forestales en Paraguay : implicaciones para su prevención y manejo

## Wildfires in Paraguay : implications for their prevention and management

Carlos R. Molinas-González<sup>\*1</sup>, Pierre Florentín<sup>2</sup>, <sup>1</sup>Instituto de Investigación Biológica del Paraguay. Asunción, Paraguay. <sup>2</sup>Universidad Centro Médico Bautista. Asunción, Paraguay. \*Autor de correspondencia: molinas.ca@gmail.com

Recibido: 29 abril 2021

Aceptado: 21 junio 2021

Recibido en versión modificada: 18 junio 2021

Molinas-González, C. R. & Florentín, P. (2021). Incendios forestales en Paraguay: implicaciones para su prevención y manejo. *Investigaciones y Estudios – UNA*, 12(1), 47-57. <https://doi.org/10.47133/IEUNA2115>

**Resumen.** Los incendios forestales se distribuyen en casi todos los ecosistemas del globo, el fuego representa una de las perturbaciones naturales más comunes que ha determinado la diversificación y adaptación de muchas plantas y ecosistemas terrestres. Sin embargo, a pesar de su carácter eminentemente natural, hoy en día los incendios forestales representan una de las mayores amenazas debido a su efecto deletéreo sobre los ecosistemas naturales y humanos. En Paraguay existe una limitada información sobre el origen y la ocurrencia de incendios forestales, sin embargo, las causas que determinan el riesgo de incendios forestales en el país no escapan de las tendencias a nivel regional y mundial. El presente artículo pretende abordar el tema de los incendios forestales en el Paraguay desde un punto de vista científico, político, social y cultural. Proponiendo una serie de recomendaciones para el manejo del fuego y la prevención de incendios.

**Palabras clave.** cambio de uso del suelo, incendios forestales, manejo del fuego, perturbación.

**Abstract.** Wildfires are ubiquitous and is one of the most common natural disturbances in the world, fire is best viewed as an ecological process that has influenced diversification and adaptation of many plants and terrestrial ecosystems. However, despite their eminently natural character, forest fires represent today one of the greatest threats due to their deleterious effect on natural and human ecosystems. In Paraguay there is lack of information in the origin and occurrence of wildfires; but the causes that determine the risk of wildfires in the country do not escape from the regional and global trends. The aim of this article is to address wildfires in Paraguay from a scientific, political, social and cultural point of view and it proposes a series of recommendations for management and fire prevention.

**Keywords.** disturbance, fire management, land use change, wildfire.

## INTRODUCCIÓN

El debate acerca del incremento de los incendios forestales como un fenómeno global ha atraído la atención de investigadores, conservacionistas, gobiernos y poseedores de tierras (Rodríguez et al., 2013; Shlisky et al., 2008). En este sentido, las principales causas que determinan la aparición de incendios a escala global son la variabilidad climática y la cantidad y estructura del combustible (Myers, 2006). Para reconocer el rol que el fuego desempeña dentro de los ecosistemas se ha propuesto una clasificación de los ecosistemas de acuerdo a su régimen particular de incendios en dependientes, sensibles e independientes (Myers, 2006; Pausas & Keeley, 2009). Por ejemplo, en ecosistemas asociados al fuego, las especies, poseen características que le permiten persistir tras los incendios y ser altamente resilientes frente a este tipo de perturbaciones, en tanto que en ecosistemas no asociados la presencia del fuego, las especies carecen de adaptaciones que les permitan responder al fuego (Myers, 2006), estos dos tipos de ecosistemas representan el 63 % y el 22 % de los ecosistemas terrestres del mundo (Shlisky et al., 2008).

La alta incidencia de incendios forestales en la actualidad es el resultado de condiciones climáticas más severas, producto del cambio climático (Liu, Stanturf & Goodrick, 2010; Pausas, 2004) y acciones por parte del hombre, que han modificado el régimen natural de incendios en numerosos ecosistemas (Cochrane & Barber, 2009; Doerr & Santín, 2016; Keeley et al., 2012). Virtualmente todos los ecosistemas terrestres poseen un régimen de incendios de manera que establecer una línea entre lo natural y modificado por el hombre puede

resultar difícil o en algunos casos imposible. Desde el punto de vista ecológico, un régimen apropiado de incendios es aquel que mantenga la variabilidad estructural, de composición o funcionamiento de un ecosistema (Hutto et al., 2016). El cual puede que no sea necesariamente natural, pero aun así permita al medio mantener una estructura y funcionamiento estable (Myers, 2006).

Por otra parte, un régimen de incendios que ha sido modificado a tal extremo que se mantenga estrictamente por actividades humanas, como resultado de la supresión, prevención, quemas excesivas o inadecuadas, la conversión de ecosistemas o la fragmentación del paisaje, puede afectar negativamente a la viabilidad de un ecosistema y a la sostenibilidad de los servicios que provee (Myers, 2006).

La relevancia de reconocer al fuego como un factor natural dentro de los ecosistemas y el cambio actual del régimen de incendios, radica en la apreciación de las relaciones del hombre y el uso que hace del fuego, las cuales pueden diferir política, económica y socioculturalmente. El objetivo de este artículo es describir el contexto en el que se encuentra Paraguay, en cuanto a los incendios forestales. Estableciendo un marco de atención sobre la percepción del riesgo a incendios forestales, su manejo y prevención a nivel nacional.

**Un mundo inflamable.** Desde la aparición del ser humano, la relación entre el fuego y el hombre ha resultado en una historia evolutiva que es imposible de disociar (Pausas & Keeley, 2009). En sus inicios el ser humano utilizó el fuego para extender sus zonas de cacería, aumentar la palatabilidad de ciertos recursos, protegerse contra depredadores e incluir al fuego dentro de una

cultura social que al mismo tiempo iba tomando forma alrededor de una hoguera (Balch et al., 2017; Pausas & Keeley, 2009). Desde entonces, la utilización del fuego representa un rasgo único de los seres humanos, lo que le permitió extender su presencia al resto del mundo (Bowman et al., 2011).

El dominio del fuego por parte del ser humano introdujo enormes cambios dentro de nuestro planeta (Bowman et al., 2011). Por ejemplo, en las culturas antiguas pre-coloniales de América del Norte y Sur, el uso del fuego ha sido utilizado principalmente para la cacería, la rotación de cultivos e incluso en la guerra (Kunst et al., 2015; Pivello, 2011). Luego, colonos europeos implementaron como práctica extendida la supresión del fuego dejando de lado el conocimiento tradicional de los aborígenes (Mistry et al., 2019), a excepción de zonas como el cerrado y el amazonas donde las quemadas persistieron de manera tradicional (Pivello, 2011).

Las consecuencias del manejo extendido del fuego han tenido resultados dispares en el mundo. Programas exitosos de prevención y exclusión del fuego, en países con ecosistemas asociados al fuego tales como EEUU, Canadá y Australia han ocasionado la acumulación de una gran cantidad de combustible a través paisaje que han desencadenado grandes incendios (Collins et al., 2011; Stephens et al., 2014), en la Península Ibérica, repoblaciones masivas y mono-específicas (en muchos casos con especies altamente pirófitas), la industrialización y el abandono rural han producido cambios en la composición y estructura de los ecosistemas que han aumentado la frecuencia e intensidad de los incendios (Pausas, 2004; Ryan et al., 2013).

En Sudamérica, las quemadas tradicionales para la

limpieza de campos y la rotación de forraje de uso extendido en países como Argentina, Brasil, Bolivia y Paraguay (Kunst et al., 2015; Pivello, 2011), han sido objeto de un amplio debate debido a su papel como fuente de ignición y propagación de incendios (Devisscher et al., 2016; Escobar, 2019). La fragmentación del paisaje, los asentamientos humanos y la deforestación, han determinado que ecosistemas que rara vez habían experimentado incendios se estén quemando con mayor periodicidad e intensidad (Cochrane & Barber, 2009; Pivello, 2011; Escobar, 2019). No obstante, el cambio de uso de la tierra no explica por sí sola la aparición de grandes incendios, las anomalías de precipitación y temperatura asociadas al cambio global cumplen un rol importante (Bowman et al., 2011). Las condiciones de extrema sequedad pueden aumentar por sí solas el riesgo de incendios en un 69%, afectando a todas las categorías de uso y cobertura del suelo (Devisscher et al., 2016). Esto podría determinar escenarios con consecuencias ecológicas y económicas impredecibles, más aún, algunos datos sugieren que incendios forestales que resultan más desastrosos se concentran en zonas donde la interfaz urbana y natural se entremezclan (Bowman et al., 2011; Jensen & McPherson, 2008; Ubeda & Sarricolea, 2016). Además, las proyecciones del cambio climático para los próximos 50-80 años sugieren un aumento en el riesgo de incendios forestales de entre un 20 y un 50%, con aumentos más pronunciados en zonas subtropicales y tropicales (Bowman et al., 2017; Liu et al., 2010).

Las consecuencias de alterar uno o más componentes del régimen de incendios de tal forma que el rango de variabilidad para un ecosistema

dado ya no sea apropiado, podría determinar el cambio de un ecosistema por otro, por ejemplo, incendios recurrentes inducen la invasión de cobertura herbácea y un incremento de especies pioneras, con la correspondiente pérdida de hábitats y especies (Devišcher, 2015). De hecho, esto ya está ocurriendo en el Amazonas, donde los incendios están promoviendo vegetaciones más abiertas y de tipo esclerófila (Flores & Holmgren, 2021), que resulta más propensa a futuros incendios.

**Perspectivas del público sobre el riesgo de incendios forestales.** Es un hecho que los incendios forestales han generado en los últimos años una gran demanda social de prevención y combate, en especial aquellos considerados como extremos (Tedim et al., 2018). Estos fenómenos que sobrepasan la capacidad de extinción y prevención han sido descritos como la nueva normalidad (Jolly et al., 2015). Nuestro país no escapa a esta realidad, por ejemplo, los incendios que afectaron el Norte del Chaco y el Sur de la Chiquitanía en Bolivia, a finales del 2019 han sido devastadores, incluso con la formación de tormentas de fuego, cuya extinción solo ha sido posible con la llegada de las primeras lluvias de la estación húmeda (Castellnou et al., 2019). Esto plantea la discusión sobre situaciones donde futuros incendios puedan convertirse en eventos extremos y difíciles de controlar. La idea que subyace a comprender el riesgo de incendios, se centra en que una vez que podamos comprender el efecto de determinadas acciones o actos, propietarios de tierras, estado y el público en general podrán tomar acciones para reducir la exposición o manejar el riesgo a niveles que sean aceptables (Romang et al., 2009).

La percepción del riesgo no es un concepto estrictamente científico, sino que viene determinado también por aspectos culturales y sociales, pudiendo tomar muchas acepciones (McCaffrey, 1994). A veces el término riesgo puede ser utilizado como sinónimo de una actividad peligrosa, como probabilidad de ocurrencia de algún fenómeno, para referirse a una consecuencia o a una amenaza (Thompson et al., 2016). Sin embargo, el riesgo percibido de un peligro natural (como un incendio un huracán, deslaves o avenidas) se define generalmente como la gravedad de la amenaza que se considera, junto con la probabilidad subjetiva de experimentar un extremo perjudicial (McCaffrey, 1994).

De manera que, la percepción del riesgo posee mucho margen de variación, ya que diferentes grupos pueden considerar que una amenaza es más o menos grave de acuerdo a factores como el conocimiento de un determinado fenómeno, la experiencia, la disponibilidad de recursos, entre otros. El riesgo de incendios no es una excepción a esta variabilidad. El fuego, entendido como una perturbación dependerá del tipo persona que se enfrente a él: responsables estatales, bomberos, ecologistas, silvicultores, propietarios de la tierra, científicos y organizaciones ambientalistas. En función de sus intereses principales, cada uno de estos grupos tiene diferentes nociones del término, riesgo de incendio. Sin embargo, si los individuos y grupos mencionados anteriormente que trabajan para establecer medidas de prevención destacan un -alto riesgo - en sus esfuerzos de divulgación ya sea para fomentar la exclusión del fuego o el apoyo a los tratamientos del combustible y a otras medidas que permitan disminuir el riesgo de incendios no

deseados, sin tomar en cuenta el posible sesgo del público en general, es posible que caigan en situaciones dispares y que el mensaje no llegue de forma correcta.

Es importante entender si la concepción del público sobre el fuego no planificado es la misma que la de aquellos que están diseñando e implementando los esfuerzos de prevención. Esta falta de coherencia puede resultar problemática, a la hora de coordinar esfuerzos de prevención, creando barreras de comunicación entre los organismos operativos, responsables políticos y comunidad en general. Como ejemplo tenemos al fuego visto desde una perspectiva ecológica, el cual puede ser el resultado de un fenómeno natural, incluso necesario para el mantenimiento de servicios ecosistémicos claves (Pausas & Keeley, 2019), por el contrario, puede ser un motor de cambio con efectos perjudiciales, cuando se realicen sin un objetivo claro, en momentos y lugares, sin control ni técnicas que garanticen un resultado positivo. Dando lugar a situaciones en que el fuego escapa de control, destruyendo la vegetación, infraestructuras y produciendo una degradación continua de los recursos naturales tales como; pérdida de fertilidad del suelo, aumento de la erosión y el deterioro de los recursos hídricos (Certini, 2005).

De manera que la evaluación del riesgo de incendios en el país debe ser concebida desde una perspectiva multidimensional, principalmente sobre los efectos que tienen sobre los valores urbanos y forestales y las oportunidades que existen para mejorar las acciones que involucren a los ciudadanos y los organismos encargados de la prevención y el control, a través de una gestión integral del fuego (Castellnou et al., 2019).

**Incendios forestales en el Paraguay.** El Paraguay cuenta con una escasa información acerca de la ocurrencia de incendios forestales, a pesar de que no se cuenta con datos sobre el origen de los incendios, las causas más significativas de incendios forestales no escapan de las causas atribuidas regionalmente, tales como el uso del fuego para el manejo de pasturas, la limpieza de terrenos (Julio-Alvear, 2004), actividades de caza y pesca, apicultura, limpieza de rutas, quemas accidentales, la eliminación de residuos peri-domiciliarios, piromanía y otras de origen natural como la caída de rayos (Campos et al, 2011).

La disponibilidad de registros oficiales es aún incipiente, el histórico de los incendios forestales cuenta con menos de 100 registros, comprendidos entre los años 2007 y 2012 que corresponden únicamente a la región oriental, una alternativa para cubrir parcialmente ese hueco es la obtención de datos mediante sensores remotos y su procesamiento a través de sistemas de información geográfica (Florentín, 2020; Zimmermann, et al., 2021).

Gran parte de la información relacionada a incendios que afectan al Paraguay se dan en forma de reportes de focos de calor, ya sea a través de organismos estatales (Gobierno Nacional del Paraguay, 2019) y organizaciones ecologistas (Benitez et al., 2019). Estos reportes generados son útiles a la hora de describir la situación de ocurrencia de incendios de manera rápida, sin embargo, poseen limitaciones debido a que se enmarcan dentro de una zona en particular y no representan la generalidad de los fenómenos que ocurren a nivel país. Otro tipo de referencias son las que se incluyen dentro de planes de gestión

ambiental que contemplan metodologías para la valoración de daños ocasionados por incendios y manejo del fuego tales como Campos et al., (2011) y Rejalaga et al., (2010).

Los trabajos que abordaron el tema de los incendios forestales en el Paraguay tomando en cuenta una escala temporal han sido escasos, sin embargo, vale mencionar los esfuerzos realizados por Pérez et al., (2005) y más actualmente por Florentín (2020) y Zimmermann et al. (2021).

Estos trabajos abarcan distintas escalas temporales y geográficas. No obstante, sus resultados coinciden en apreciar que en los meses de junio a noviembre se observan una mayor tasa de ocurrencia de focos de incendios. En la medición llevada a cabo por Florentín (2020), las superficies quemadas y cantidad de focos de calor durante el periodo 2001 al 2019 para todo el Paraguay, muestran que en el año 2002 se registró la mayor cantidad de focos de calor (85.549) y el 2007 con la mayor cantidad de superficie quemada (3.676.127,96 ha), donde la ecorregión más afectada fue la del Chaco húmedo (Figura 1). Un

aspecto notable, es el registro de los incendios como una actividad cíclica, esto es, la presencia de zonas con quemadas en años sucesivos, lo que sugiere el origen antrópico del fuego.

Además, aquellos años que presentaron más áreas quemadas, han coincidido con la fase Niña (periodo de sequía) de El Niño Oscilación Sur (ENOS), estos resultados concuerdan con la información contemplada en el Plan de Manejo del Fuego, Región Occidental 2010 (Rejalaga et al., 2010). No obstante, es necesario tomar precaución a la hora de interpretar estos resultados, debido al corto periodo de estudio y la alta variación regional, impiden realizar fuertes predicciones acerca de la tendencia a largo plazo de incendios forestales en el Paraguay. Sin embargo, es clara la existencia de épocas donde el riesgo a incendios forestales es mucho mayor, particularmente en zonas donde la acumulación de combustible sea alta y la ignición pueda provenir de orígenes no planificados. Esta relación entre el riesgo de incendios forestales, la acumulación de combustible y el clima sigue una tendencia global (Doerr & Santín, 2016).

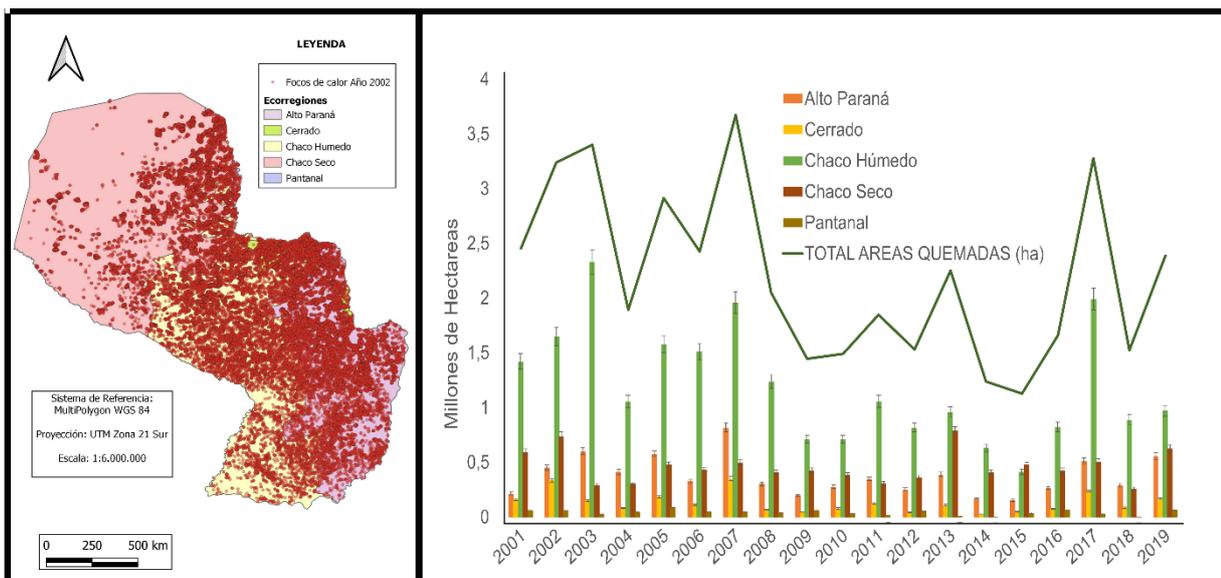


Figura 1. Izquierda, focos de calor correspondientes al año 2002. Derecha, total de áreas quemadas para todo el Paraguay. Datos extraídos de Florentín (2020).

Las consecuencias de los incendios forestales de los últimos años en el Paraguay no solo han tenido su repercusión sobre el medio natural, sino también con pérdidas millonarias para sectores productivos, la destrucción de asentamientos y territorios ancestrales de comunidades indígenas (WWF, 2019). Aunque la gran parte de los incendios se originan en medios naturales alejados de las grandes urbes, en el 2020 la repercusión sobre Asunción y varias ciudades del departamento Central han sido de las más visibles, donde se han reportado emergencias médicas por inhalación de humo entre otras afecciones (Facultad de Ciencias Médicas, 2020).

**Prevención de incendios forestales en el Paraguay.** A diferencia de otro tipo de perturbaciones naturales tales como inundaciones, tornados etc., los incendios forestales poseen la característica de ser hasta cierto grado prevenibles.

Una de las primeras herramientas con que se cuenta para la prevención de incendios forestales dentro del Paraguay, se encuentra dentro de la Constitución Nacional la cual establece en su artículo séptimo que toda persona tiene el derecho de habitar un entorno saludable y que es responsabilidad del estado el cuidado, conservación y recuperación del medio ambiente. Por otra parte, la ley n° 4.014/10 de Prevención y Control de Incendios que prohíbe la quema no controlada de cualquier tipo de vegetación y que crea la unidad especializada denominada Red Paraguaya de Prevención, Monitoreo y Control de Incendios. Sin embargo, las medidas de control incluidas dentro de la ley 4.014/10 resultan insuficientes y particularmente impracticables ya que escapan a la capacidad de las instituciones de asumir las responsabilidades impuestas por la ley (Congreso

Nacional, 2017). De la misma forma, la ley n°3.956/09 de Gestión Integral de Residuos Sólidos, establece la prohibición de la quema o incineración de residuos sólidos.

La variabilidad intrínseca de los incendios forestales debido a la heterogeneidad en cuanto a paisajes (región oriental y occidental) y el comportamiento del fuego dentro de los mismos, además de los recursos necesarios para su control, no es un tema de fácil aproximación. La aplicación de pautas de prevención y combate al fuego tomando en cuenta las capacidades y limitaciones, hacen que la prevención sea la herramienta de manejo que mejor pueda ser aplicada a nuestro país. Sistemas de monitoreo permanente que permitan determinar condiciones climatológicas que aumenten el riesgo de incendios son herramientas indispensables y de fácil acceso, un avance importante para llenar este hueco representa la plataforma de seguimientos de focos de calor del Paraguay (Dirección de Meteorología e Hidrología, 2021).

Sin embargo, una vez que los esfuerzos de prevención han fallado una respuesta rápida es esencial para disminuir los efectos ocasionados por el fuego, esto implica la movilización de los recursos necesarios para su extinción, por ejemplo, los costos relacionados al combate y prevención de incendios en un área protegida perteneciente a Guyra Paraguay en el pantanal, puede oscilar los 60.000-70.000\$ anuales, siendo en su totalidad resultado de la financiación externa (R. Zarate, Guyra Paraguay, comunicación personal, 2021), de manera que la obtención de recursos puede resultar un factor determinante dentro del combate a incendios.

Las opciones de manejo integral del fuego

abarcan una amplia gama de actividades que en muchos casos pueden incluir acciones como supresión del fuego o quemas prescritas, que en muchos países han obtenido resultados que son dignos de emular. Destacamos algunos de los aspectos que a nuestra consideración deben ser tenidos en cuenta a la hora de iniciar un programa de gestión integral del fuego y mitigación de incendios forestales.

1. Se deben sentar las bases del manejo integral del fuego y la prevención de incendios desde una perspectiva multisectorial (Ubeda & Sarricolea, 2016), en el cual se deben valorar las actividades que tengan un alto riesgo en la ignición y propagación de incendios no planeados, tales como actividades de habilitación de zonas agrícolas y ganaderas, disposición de residuos sólidos urbanos, pesca y caza, limpieza de campos, uso recreacional y ocasional, donde el fuego no es controlado.
2. La prevención y concienciación debe ir direccionada a zonas y actividades donde el riesgo de incendios es mayor, tomando en cuenta las variaciones climáticas intra e interanuales, tales como el ENOS (Florentín, 2020). Donde, el monitoreo climático deberá ser una herramienta fundamental para una alerta temprana del riesgo de incendios.
3. Fomentar las herramientas que permitirán establecer un mayor control sobre las causas, origen y el comportamiento de los incendios. En este sentido, el uso de modelos predictivos y los sensores remotos son las herramientas más extendidas que permiten simular y evaluar en tiempo real el

comportamiento de los incendios. Direccionar los recursos a aquellos organismos que proveen un monitoreo satelital y de generación de datos precisos que permitan la construcción de modelos predictivos. El control permanente a través de estas herramientas, permitirá establecer zonas con mayor peligro o auge de incendios.

4. Promover ecosistemas resilientes al fuego (Leverkus et al., 2019), esto es, bajo un escenario de un mundo cambiante aquellos ecosistemas que mejor se adaptan son los que se mantendrán por sobre otros. Numerosas estrategias en cuanto al tipo de manejo post-incendio deberán ser tenidas en cuenta a la hora de manejar aquellos ecosistemas que han sido afectados por incendios, de manera a disminuir el riesgo a futuros incendios y fomentar la regeneración ya sea natural o asistida.
5. Diseñar planes de contingencia zonificados mediante alianzas colaborativas entre propietarios de grandes tierras forestales (públicas y privadas) y múltiples sectores del gobierno (ministerios, gobernaciones, municipios, servicio de bomberos, etc), debiendo incluir actividades como evaluación de riesgos, formulación de medidas de prevención y preparación para la respuesta a incidentes (brigadas forestales). Incluyendo la gestión del ordenamiento territorial, gestión adaptativa de la continuidad del combustible, la atención a la vulnerabilidad de los bienes económicos, culturales y biológicamente importantes mediante la gestión silvícola, las quemas planificadas

(prescriptas), el pastoreo, la reducción de igniciones accidentales mediante sistemas de monitoreo, alerta temprana y programas de educación durante periodos previos al inicio de las temporadas de incendios, además del establecimiento de infraestructuras de lucha contra incendios (Smith et al., 2016).

6. Promover políticas pertinentes que apunten a normar el buen manejo y sostenibilidad de los bosques y plantaciones, la diversificación forestal, el adecuado ordenamiento territorial, la educación, el monitoreo continuo y el fortalecimiento de sistemas de alerta temprana con el fin de gestionar adecuadamente la reducción del riesgo de incendios.
7. La exclusión del fuego y el manejo de combustible (Kalies & Yocom Kent, 2016), deberá estar encaminado a promover la heterogeneidad de paisaje, que incrementan barreras naturales que impidan o dificulten la propagación del fuego. Estas medidas deberán estar sujetas bajo un estricto control dependiente de las características de cada sitio en particular. La quema es un tema complejo porque en el uso racional del fuego intervienen factores que pueden escapar a la capacidad de los actores. Por ejemplo, los mayores daños se producen en zonas rurales deprimidas social y económicamente, con pequeños propietarios o comunidades indígenas excluidos del desarrollo y la tecnología, que encuentran en el fuego su único medio para continuar con su uso tradicional de la tierra o en otros casos para la disposición de sus residuos sólidos. En

explotaciones especializadas en la producción ganadera, la quema se utiliza para mejorar el pastoreo debido a su facilidad de uso y bajo costo. De manera que, es importante comprender el componente social, económico y cultural de la exclusión o el uso del fuego.

8. Es necesario considerar el componente histórico de la gestión del fuego por sociedades pre-hispánicas. Reconocer aquellas prácticas de manejo centradas en la mejora y el mantenimiento del forraje y la fibra en los pastizales, arbustos y parches de bosque estacionalmente inflamables.

## CONCLUSIÓN

El fuego es un proceso ecológico clave dentro de los ecosistemas, su uso y manejo por parte del hombre ha generado situaciones en las que el fuego puede resultar positivo o por el contrario negativo.

El cambio que el hombre impone dentro de los parámetros del régimen de incendios hacen que en muchas situaciones los incendios forestales representen una verdadera amenaza para los distintos tipos de ecosistemas en el Paraguay. El contexto regional y global en el que se enmarcan los incendios, nos hace suponer un aumento del riesgo de incendios forestales devastadores en el Paraguay, en especial cuando la suma de determinadas acciones y condiciones, den origen a incendios que superen la capacidad de extinción. De manera que, contemplar un plan integral del fuego con las correspondientes acciones de prevención pueden resultar la vía de menor costo que permitan sostener un uso racional del fuego y evitar

incendios forestales con consecuencias negativas para la bienes naturales, económicos y sociales.

**Declaración de interés.** Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balch, J. K., Bradley, B. A., Abatzoglou, J. T., Nagy, R. C., Fusco, E. J. & Mahood, A. L. (2017). Human-started wildfires expand the fire niche across the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(11), 2946–2951.
- Benitez, F., Álvarez, C., Zárate, R., Duarte, P., Arias, A., Matozo, L., Ortiz, E., Paniagua, N., Duré, A., Galeano, C., Arévalos, F., Zárate, R., Cacciali, P., Cartes, J. L. & Cacciali, P. (2019). *Informe de Incendios en el área del Pantanal Paraguayo 2019*. Guyra Paraguay
- Bowman, D. M. J. S., Balch, J., Artaxo, P., Bond, W. J., Cochrane, M. A., D'Antonio, C. M., DeFries, R., Johnston, F. H., Keeley, J. E., Krawchuk, M. A., Kull, C. A., Mack, M., Moritz, M. A., Pyne, S., Roos, C. I., Scott, A. C., Sodhi, N. S. & Swetnam, T. W. (2011). The human dimension of fire regimes on Earth. *Journal of Biogeography*, 38(12), 2223–2236
- Bowman, D. M. J. S., Williamson, G. J., Abatzoglou, J. T., Kolden, C. A., Cochrane, M. A. & Smith, A. M. S. (2017). Human exposure and sensitivity to globally extreme wildfire events. *Nature Ecology & Evolution*, 1(3), 58. doi: 10.1038/s41559-016-0058
- Campos, S., Cardozo Aguilera, N. R., Días de Vivar, G. & Páez, A. (2011). *Metodología de valoración de daños por incendios forestales en el chaco*. Asunción. Ministerio de obras públicas y comunicaciones (MOPC).
- Castellnou, M. L., Alfaro, M., Miralles, D., Montoya, B., Ruiz, T., Artes, L., Besold, L., Brull, J., Ramirez, F., Botella, M. A., Martins, F., Bachsficher, M., Vendrell, J., Botella, M. A. & Purdy, S. (2019). Field journal: Bolivia learning to fight a new kind of fire. Analyzing and acting on extreme wildfires in Chaco (Bolivia) and Cerrado (Paraguay) ecosystems. *Wildfire*, 28, 26–34.
- Castellnou, M., Prat-Guitart, N., Arilla, E., Larrañaga, A., Nebot, E., Castellarnau, X., Vendrell, J., Pallás, J., Herrera, J., Monturiol, M., Céspedes, J., Pagés, J., Gallardo, C. & Miralles, M. (2019). Empowering strategic decision-making for wildfire management: avoiding the fear trap and creating a resilient landscape. *Fire Ecology*, 15(1). 10.1186/s42408-019-0048-6.
- Certini, G. (2005). Effects of fire on properties of forest soils: A review. *Oecologia*, 143(1), 1–10.
- Cochrane, M. A. & Barber, C. P. (2009). Climate change, human land use and future fires in the Amazon. *Global Change Biology*, 15, 601–612.
- Collins, B. M., Everett, R. G. & Stephens, S. L. (2011). Impacts of fire exclusion and recent managed fire on forest structure in old growth Sierra Nevada mixed-conifer forests. *Ecosphere*, 2(4).
- Congreso Nacional. (2017). *Analizan modificaciones a la Ley 4014 "De prevención y control de incendios"*. Noticias Comisiones. <http://www.senado.gov.py/index.php/noticias/noticias-comisiones/75-analizan-modificaciones-a-la-ley-4014-de-prevencion-y-control-de-incendios>
- Devisscher, T. (2015). *Wildfire under a changing climate in the Bolivian Chiquitania: a social-ecological systems analysis*. School of Geography and the Environment. Thesis, 1–324.
- Devisscher, T., Anderson, L. O., Aragão, L. E. O. C., Galván, L. & Malhi, Y. (2016). Increased wildfire risk driven by climate and development interactions in the Bolivian Chiquitania, Southern Amazonia. *PLoS ONE*, 11(9), 1–29.
- Dirección de Meteorología e Hidrología. (2021). *Focos de calor y riesgo de fuego*. Asunción. DINAC. <https://focoscaldor.meteorologia.gov.py>.
- Doerr, S. H. & Santín, C. (2016). Global trends in wildfire and its impacts: perceptions versus realities in a changing world. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 371(1696), 281–329.
- Escobar, H. (2019). *There's no doubt that Brazil's fires are linked to deforestation, scientists say*. <https://doi.org/doi:10.1126/science.aaz2689>
- Florentín, P. Á. (2020). *Análisis de la ocurrencia de incendios forestales y su relación con el fenómeno climático de El Niño – Oscilación Sur (ENOS) en el Paraguay 2001-2019*. Universidad Católica Nuestra Señora del Asunción.
- Flores, B. M. & Holmgren, M. (2021). White-Sand Savannas Expand at the Core of the Amazon After Forest Wildfires. *Ecosystems*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10021-021-00607-x>
- Gobierno Nacional del Paraguay. (2019). *Reporte Especial de focos de calor sobre el departamento de Alto Paraguay*. Instituto Forestal Nacional. Informe de Focos de Calor. [http://infona.gov.py/application/files/5515/6942/9068/m/monitoreo\\_focos\\_conjunto\\_20190925.pdf](http://infona.gov.py/application/files/5515/6942/9068/m/monitoreo_focos_conjunto_20190925.pdf)
- Hutto, R. L., Keane, R. E., Sherriff, R. L., Rota, C. T., Eby, L. A. & Saab, V. A. (2016). Toward a more ecologically informed view of severe forest fires. *Ecosphere*, 7(2), 1–13.
- Jensen, S. E. & McPherson, G. R. (2008). *Living with Fire: Fire Ecology and Policy for the Twenty-First Century*. Berkeley, CA, USA. University of California Press.
- Jolly, W. M., Cochrane, M. A., Freeborn, P. H., Holden, Z. A., Brown, T. J., Williamson, G. J. & Bowman, D. M. J. S. (2015). Climate-induced variations in global wildfir danger from 1979 to 2013. *Nature Communications*, 6, 7537.
- Julio-Alvear, G. (2004). Proceedings of the Second International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: A Global View. In *Managing efforts to prevent forest fires in South America*. General technical report PSW-GTR-208.
- Kalies, E. L. & Yocom Kent, L. L. (2016). Tamm Review: Are fuel treatments effective at achieving ecological and social objectives? A systematic review. *Forest Ecology and Management*, 375, 84–95.
- Keeley, J. E., Bond, W. J., Bradstock, R. A., Pausas, J. G. & Rundel, P. W. (2012). *Fire in Mediterranean ecosystems: ecology, evolution and management*. Cambridge. Cambridge University Press.
- Kunst, C., Ledesma, R., Bravo, S., Albanesi, A., Anriquez, A.,

- Silberman, J., Defossé, G. E. & Casillo, J. (2015). Fire history, fire ecology and management in the Argentine chaco. In B. Leblon & M. Alexander (Eds.), *Current International Perspectives on Wildland Fires, Mankind and the Environment* (pp. 1–35). Nova Sciences.
- Leverkus, A. B., García Murillo, P., Jurado, V. & Pausas, J. G. (2019). Wildfires : Opportunity for restoration? *Science*, 363(6423), 134–135.
- Liu, Y., Stanturf, J. A. & Goodrick, S. (2010). Trends in global wildfire potential in a changing climate. *Forest Ecology and Management*, 259(4), 685–697.
- Mccaffrey, S. (1994). What Does Wildfire Risk Mean to the Public? In S. Mccaffrey, *The public and wildland fire management: social science findings for managers*. (pp. 33–45). Newtown Square. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station.
- Mistry, J., Schmidt, I. B., Eloy, L. & Bilbao, B. (2019). New perspectives in fire management in South American savannas: The importance of intercultural governance. *Ambio*, 48(2), 172–179.
- Myers, R. L. (2006). Living with Fire - Sustaining Ecosystems & Livelihoods through Integrated Fire Management. Global Fire Initiative. In *The Nature Conservancy*. Tallahassee, FL.
- Pausas, J. G. & Keeley, J. E. (2019). Wildfires as an ecosystem service. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(5), 289–295
- Pausas, J. G. (2004). Changes in Fire and Climate in the Eastern Iberian Peninsula (Mediterranean Basin). *Climatic Change*, 63(3), 337–350.
- Pérez, S. E. R. D., Pinazo, J., Fatecha, H. H. & Amarilla, S. M. (2005). Caracterización de incendios a través de imágenes satelitales de mediana y alta resolución en la Reserva de Recurso manejados San Rafael y su zona de amortiguamiento, región oriental, Paraguay. *Investigación Agraria*, 7(2), 65-70
- Pivello, V. R. (2011). The use of fire in the cerrado and Amazonian rainforests of Brazil: past and present. *Fire Ecology*, 7(1), 24-39.
- Rejalaga, L., Campos, S., Cardozo, N. & Fracchia, F. (2010). *Plan de manejo del fuego - Región Occidental*. Asunción, Paraguay. Ministerio de obras públicas y comunicaciones (MOPC).
- Rodríguez, I., Sletto, B., Bilbao, B., Leal, A. & Sletto, B. (2013). "Opening up" fire conflicts: Reflexive governance and transformative knowledge networks in culturally fragile indigenous landscapes STEPS Working Paper 54, Brighton. STEPS Centre.
- Romang, H. E., Bischof, N. & Rheinberger, C. M. (2009). The risk concept and its application in natural hazard risk management in Switzerland. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9, 801-813
- Ryan, K. C., Knapp, E. E. & Varner, J. M. (2013). Prescribed fire in North American forests and woodlands: History, current practice, and challenges. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(S1), e15-e24
- Shlisky, A., Meyer, R., Waugh, J. & Blankenship, K. (2008). Fire, Nature, and Humans: Global Challenges For Conservation. *The Nature Conservancy*, 68, 36-42
- Smith, A. M. S., Kolden, C. A., Paveglio, T. B., Cochrane, M. A., Bowman, D. M. J. S., Moritz, M. A., Kliskey, A. D., Alessa, L., Hudak, A. T., Hoffman, C. M., Lutz, J. A., Queen, L. P., Goetz, S. J., Higuera, P. E., Boschetti, L., Flannigan, M., Yedinak, K. M., Watts, A. C., Strand, E. K., Abatzoglou, J. T. (2016). The Science of FireScapes: achieving fire-resilient communities. *BioScience*, 66(2), 130-146. <https://doi.org/10.1093/biosci/biv182>
- Stephens, S. L., Burrows, N., Buyantuyev, A., Gray, R. W., Keane, R. E., Kubian, R., Liu, S., Seijo, F., Shu, L., Tolhurst, K. G. & Wagtendonk, J. W. van. (2014). Temperate and boreal forest mega-fires: Characteristics and challenges. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(2), 115–122
- Tedim, F., Leone, V., Amraoui, M., Bouillon, C., Coughlan, M. R., Delogu, G. M., Fernandes, P. M., Ferreira, C., McCaffrey, S., McGee, T. K., Parente, J., Paton, D., Pereira, M. G., Ribeiro, L. M., Viegas, D. X. & Xanthopoulos, G. (2018). Defining Extreme Wildfire Events: Difficulties, Challenges, and Impacts. *Fire*, 1(1). <https://doi.org/10.3390/fire1010009>
- Thompson, M. P., Zimmerman, T., Mindar, D. & Taber, M. (2016). Risk terminology primer: basic principles and a glossary for the wildland fire management community. *USDA Forest Service - General Technical Report RMRS-GTR*, 2016(349).
- Ubeda, X. & Sarricolea, P. (2016). Wildfires in Chile: A review. *Global and Planetary Change*, 146(October), 152–161.
- WWF. (2019). Las consecuencias que dejaron los incendios forestales en áreas protegidas de Paraguay. *Noticias Nacionales*. <https://www.wwf.org.py/?354190>
- Zimmermann, L. N. L., Eisenkölbl Closs, A. R. & Amarilla Rodríguez, S. M. (2021). Dinámica de incendios forestales en la Reserva para Parque Nacional San Rafael, Paraguay, periodo 2007-2017. *Revista Sociedad Científica Paraguaya*, 26(1), 17–34