

Universidad Nacional del Nordeste

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

MODALIDAD TESINA

“Estado del arte del impacto de los incendios forestales en la República Argentina: ecología del fuego, gestión en la protección y monitoreo, estado de los bosques y marco legal regulatorio”.

ALUMNO: González, Magdalena Guadalupe

JURADO EVALUADOR: Ing. Agr. (Dra.) López, María Gabriela.

Ing. Agr. (Esp.) Paredes, Federico Antonio.

Ing. Ag. (Mgter.) Porta, Miriam

DIRECTOR: Ing. Agr. (Dra.) Luna, Claudia Verónica.

Año 2022

RESUMEN

En los últimos veinte años, nuestro país ha tenido un fuerte desarrollo forestal, llevando a esta actividad a tener muy interesantes perspectivas de futuro. Las medidas de promoción establecidas, han posibilitado la ampliación del área forestada con fines industriales y de protección, llegando en la actualidad a una magnitud tal, que, si hubiera incendios forestales, éstos podrían alcanzar un protagonismo poco conocido, con trágicas consecuencias económicas, sociales y medioambientales.

Por ello se presenta un desafío para los responsables, no solo de las áreas de protección sino también productivas del sector forestal, relacionadas con la necesidad de definir políticas de manejo tendientes a mantener el fuego dentro de los regímenes naturales. Si bien el control del fuego con fines de protección sigue vigente en la mayoría de los Parques Nacionales de nuestro país, se reconoce la necesidad de contemplarla con una mirada más amplia respecto de su rol en los ecosistemas.

El acceso a información por diversas tecnologías, proporciona la oportunidad de un trabajo colaborativo de instituciones académicas, organizaciones sociales y no gubernamentales, junto con los organismos gubernamentales para el monitoreo y protección de los recursos naturales y la gestión de desastres naturales.

En cuanto al marco regulatorio legal, una de las posibles conclusiones preliminares sobre esta temática, es que el régimen sancionatorio argentino, al igual que ocurre en la mayoría de las herramientas legales de protección ambiental, no involucra al régimen penal, y de esta manera no se logra disuadir ni corregir conductas humanas inadecuadas. Asimismo, la normativa argentina, se encuentra especializada en los incendios forestales y posee un enfoque sistémico; a partir de ella surge que la regulación es inclusiva de la protección de otros recursos naturales, no limitándose únicamente a los bosques ni a los incendios, sino abarcando además las áreas protegidas y a las zonas agrícolas.

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	
2.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	
3.	ANTECEDENTES	
4.	ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN	
5.	RESULTADOS DE LA RECUPERACIÓN BIBLIOGRÁFICA	
5.1.	Definiciones	
5.2.	Ecología del fuego	
5.2.1.	Etapas de un incendio	
5.2.2.	Formas de propagación del calor (Suhiltzaileak, 2001; Fernández, 2006)	
5.2.3.	Tipos de incendios forestales	
5.2.4.	Partes de un incendio	
5.2.5.	Efecto de los incendios forestales	
5.3.	GESTIÓN EN LA PROTECCIÓN Y MONITOREO	
5.3.1.	Comportamiento del fuego	
5.3.2.	Causas de los incendios forestales	
5.3.3.	Monitoreo (Aguirre Briones, 2001; MR-COPCIF, 2006; Pulido, 2015)	
5.4.	ESTADO DE LOS BOSQUES	
5.5.	MARCO LEGAL REGULATORIO	
6.	CONCLUSIONES	
7.	CUADROS Y GRAFICOS	
8.	BIBLIOGRAFÍA	

1. INTRODUCCIÓN

Incendio forestal es un fuego que se propaga libremente con efecto no deseado para la vegetación (Moscovich *et al.*, 2014). Son un gran problema, y como tal para tratar de resolverlo tenemos que entenderlo y saber qué tanto puede llegar a afectar al medioambiente. Para ello se hace necesaria la inclusión de diferentes conceptos acerca del tema, para entender cómo afecta el fuego al medio ambiente en cualquier tipo de incendio forestal y algunas formas de prevención y combate (Vellozas *et al.*, 2010).

Si bien el fuego es un factor ecológico, que ha jugado un papel importante como agente modelador de la composición y tipología de los ecosistemas, al igual que otros fenómenos naturales, frecuentemente se convierte en un dilema a partir de la intervención humana. Los incendios forestales son quizás uno de los factores que inciden más profundamente sobre el ambiente, al actuar con marcada intensidad sobre los componentes del sistema y sus relaciones (González *et al.*, 1999).

A pesar del paso del tiempo los incendios siguen siendo un gran problema para las fuerzas que se encargan de prevenirlos y combatirlos. Éstos son un verdadero flagelo para el patrimonio forestal y natural, siendo uno de los más preocupantes y traumáticos causales de la degradación, el empobrecimiento ambiental paulatino y responsable de una profunda alteración y modificación de los ecosistemas (Chaves, 2015).

El territorio afectado presenta una diversidad de ambientes que son proveedores de un sin número de bienes y servicios ambientales, los que aportan en forma directa o indirecta al desarrollo social y económico (Kopta y Colombatti, 2005).

Actualmente, la sociedad ha llegado a valorar a este fenómeno como algo nocivo para el ambiente y toda la comunidad. Los incendios no son sólo preocupación de quien debe extinguirlos, sino también del resto de la población (Chaves, 2015).

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Definición del Problema de Estudio

En los últimos veinte años, nuestro país ha tenido un fuerte desarrollo forestal, llevando a esta actividad a tener muy interesantes perspectivas de futuro. Las medidas de promoción establecidas, han posibilitado la ampliación del área forestada con fines industriales y de protección, llegando en la actualidad a una magnitud tal, que, si hubiera incendios forestales, éstos podrían alcanzar un protagonismo poco conocido, con trágicas consecuencias económicas, sociales y medioambientales.

Objetivo General

Conocer los elementos que pueden provocar un incendio, y su comportamiento; en base a ello, realizar un análisis de la problemática de los incendios forestales, el manejo del fuego y su incidencia en el medio ambiente en nuestra región y en el país, así como la aplicación de las enseñanzas recogidas, lo que contribuirá a establecer estrategias que permitan invertir recursos económicos, materiales y humanos para tratar de reducir los efectos de los incendios forestales. Debido a la relevancia de esta temática, se incluye en el presente trabajo un análisis de la normativa vigente sobre manejo de los incendios forestales en Argentina, con la finalidad de poder detectar fortalezas y debilidades.

Objetivos Específicos

Entender cómo afecta el fuego al medio ambiente en cualquier tipo de incendio forestal, el uso racional del fuego y algunas formas de prevención y combate. La inclusión de diferentes conceptos, se justifica como base necesaria para destacar su importante conexión con el tema desarrollado y con el objetivo de estudio.

3. ANTECEDENTES

En Argentina, los incendios forestales se producen en las diferentes regiones y provincias de acuerdo a la época del año. Entre los meses de diciembre a marzo las provincias del sur tienen un elevado riesgo de incendios forestales. Desde el mes de octubre hasta marzo, las provincias de Entre Ríos, Corrientes, Misiones, Chaco y Buenos Aires son las que cuentan con mayor riesgo de este tipo de incendios. Para las provincias de Córdoba, Catamarca, La Rioja, Mendoza, San Luis, Santa Fe, Santiago del Estero, Tucumán y todo el norte del país, el riesgo comienza con las primeras heladas de mayo y se extiende hasta el mes de noviembre (SINAGIR, 2019).

Ocurren incendios forestales, que afectan áreas significativas del territorio; si bien la Secretaría de Ambiente y desarrollo sustentable de la Nación proporciona información de los incendios reportados diariamente por el Sistema Federal de Manejo del Fuego a la Coordinación de Análisis de Riesgo Ambiental, se desconoce la superficie afectada anualmente; el último dato conocido es del 2017 donde se quemaron 2.702,53 hectáreas en todo el país (Secretaría de Agroindustria de la Nación, 2017).

Desde el año 2000 el Servicio Nacional de Manejo del Fuego (SNMF) se encuentra implementando el Sistema Nacional de Evaluación de Peligro de Incendios (SNEPI) en gran parte del territorio argentino. Este sistema es derivado del sistema canadiense, el cual se basa en el monitoreo diario de ciertas variables meteorológicas y el cálculo de indicadores relacionados a distintos aspectos del comportamiento del fuego (ignición, propagación...), que permiten evaluar el peligro de incendios (Van Wagner, 1987).

Un informe técnico del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) determinó que la superficie quemada en enero de 2022 en la provincia de Corrientes fue de 335.043 hectáreas. A ello hay que agregarle lo que se afectó en los duros incendios de febrero. Las áreas de humedales fueron las más afectadas. El reporte señala que el 3,8% de la superficie de Corrientes sufrió quemaduras en el primer mes de 2022. De ese total, el 58% de las coberturas afectadas por las quemaduras son áreas de humedales como esteros, bañados, malezales y vegetación de valles aluviales; el 35% fueron pastizales y el resto, 7,4%, fueron bosques, tanto cultivados como nativos. Estos datos fueron posibles de relevar mediante la teledetección, que ofrece herramientas claves para el monitoreo de las áreas quemadas (Saucedo *et al.*, 2022).

En nuestro país, resulta interesante destacar que la norma que regula de manera específica el manejo de los incendios forestales es nueva y que, por tal razón, es necesario que se analice en profundidad y se avance en su entendimiento. Al respecto, debe tenerse en cuenta que esta disciplina fue conocida doctrinariamente, en especial luego de la Reforma Constitucional de 1994, en la cual se incorporó el artículo 41 que reconoce el derecho a un ambiente sano para las generaciones presentes y futuras, incorporando así el principio de desarrollo sostenible (Minaverry, 2016).

4. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

Método para la recolección y análisis de la información.

Tipo de investigación planteada. La presente investigación está planteada básicamente como un estudio exploratorio y descriptivo. Se utilizará el método de observación documental que consiste en obtener información mediante la percepción selectiva, ilustrada e interpretativa. Dentro de las posibles modalidades, se implementará la “observación directa”, ya que los datos se recogieron directamente de los registros sistematizados con la recolección. En este sentido se realizará una búsqueda exhaustiva de toda la información disponible con el fin de determinar los antecedentes y situación actual del tema que se analiza (Estado del arte).

Métodos de recolección de información. Instrumentalmente, se partió inicialmente del análisis de material bibliográfico, tanto impreso como disponible en Internet y en la biblioteca agropecuaria BAUNNE. Los datos cualitativos se recogieron del análisis de registros escritos, tales como doctrina y normativa vinculada con el estado de la gestión de los incendios forestales y de sus servicios ecosistémicos. La base temporal escogida para el análisis de las fuentes es desde el año 1948 hasta la actualidad, debido a que la primera ley forestal argentina data de ese año.

Método para el análisis de la información. La información reunida será organizada de forma ordenada, con el fin de facilitar su análisis y comparación. Mediante las técnicas de análisis y de síntesis, se arribó a las reflexiones que serán presentadas en las conclusiones finales del trabajo.

5. RESULTADOS DE LA RECUPERACIÓN BIBLIOGRÁFICA

5.1. Definiciones

Fuego: Es un fenómeno físico-químico, que se caracteriza por el desprendimiento de luz y calor, producido por la combustión de un cuerpo. El fuego es otro nombre dado para la combustión. La combustión, o “el fuego”, es un proceso que ocurre cuando el oxígeno y el calor se combinan en una reacción en presencia de combustibles (Aguirre Briones, 2001).

Combustible: Para el caso de los incendios forestales se considera combustible todo material de origen vegetal, independientemente de su estado, condición o ubicación. En estos materiales el compuesto básico es la celulosa (ramas, hierbas, árboles, raíces, etc.). Cada combustible tiene una temperatura de ignición distinta, a la que es necesario llegar para inflamarse. En la mayoría de los casos, una vez que comienza la reacción de oxidación, el calor desprendido en el proceso sirve para mantenerlo.

Oxígeno: Es un gas que se encuentra en el aire (O_2).

Calor: Es una forma de energía medible a través de la temperatura. Produce calor el sol, un rayo, la llama de un fósforo, etc. La combustión es un proceso físico – químico que consiste en una oxidación rápida que se lleva a cabo a altas temperaturas consumiendo oxígeno y combustible y que deja como resultado final un residuo que consiste mayormente en sales minerales (cenizas). $Celulosa + O_2 + energía = CO_2 + Vapor\ de\ H_2O + calor = fuego$ (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2019).

Incendio forestal: es un fuego que se propaga libremente con efecto no deseado para la vegetación y sin estar sujeto a control humano. Cuando afecta zonas no boscosas ni aptas para la forestación, se incluye el término incendio rural (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2019). Es un fuego que se propaga libremente con efectos no deseados para la vegetación y sin estar sujeto a control humano (Ley N°13.273).

Triángulo del fuego: Es la representación gráfica de los tres elementos de la combustión (Figura 1). La combustión se interrumpe y el fuego se extingue, cuando uno o más de dichos componentes dejan de intervenir en la misma (Fernández, 2006).

5.2. Ecología del fuego

El fuego es un factor influyente en la dinámica de las comunidades vegetales, transformando un bosque en maleza cuando los incendios son demasiado frecuentes, y supone junto a la reducción de biomasa, una gran pérdida de estructura y amplía la movilización de materiales (Trabaud, 1980; Casal Jiménez *et al.*, 1984; Trabaud, 1989). La agresión más importante y antigua que ha sufrido la biosfera es debida a los incendios forestales (Iglesias López, 1993).

La ecología del fuego analiza el rol del fuego en los ecosistemas, los regímenes de fuego naturales, y cómo éstos modelaron la composición y dinámica de las comunidades. La descripción de los regímenes de fuego incluye aspectos como la frecuencia de ocurrencia, los patrones de distribución, los tipos de fuego, su intensidad y severidad. Por mucho tiempo existió la convicción que los ecosistemas evolucionan hacia el equilibrio, y que las perturbaciones tales como el fuego, rompían la armonía natural. En las estrategias de manejo, este concepto se reflejó en políticas de supresión de todos los focos de incendios. Más recientemente, las investigaciones en el campo de la ecología del fuego, mostraron que el fuego es una componente de la mayoría de los ecosistemas terrestres, siendo en algunos casos vital para su existencia (CIEFAP, 2015).

5.2.1. Etapas de un incendio

Pre calentamiento: La fuente de calor aplicada al combustible, eleva su temperatura. Cuando ésta alcanza los 100 °C comienza a perder humedad emitiendo vapor de agua. Ya con el nivel cercano a los 200 °C, las resinas y demás elementos químicos empiezan a evaporarse o volatilizarse.

Combustión de los gases: Cuando la temperatura oscila entre 300 °C y 400 °C se inicia la gasificación de los componentes y la ignición. A partir de allí sigue aumentando hasta que llega aproximadamente a los 500°C o 600°C, momento en que la combustión continuará por sí sola aún si se retira la fuente de calor, ya que comienza la reacción en cadena que permite mantenerla. Hay emisiones de vapor de agua, gases no quemados y humo.

Fase sólida: El material vegetal arde con llama limpia de color azulado, hay pocos humos y emisión de gases de carbono. Los residuos finales son sales minerales (cenizas) (Fernández, 2006).

5.2.2. Formas de propagación del calor (Suhiltzaileak, 2001; Fernández, 2006)

Radiación: Se trata de ondas similares a las emitidas por el sol (rayos infrarrojos), que viajan a la velocidad de la luz, y tienen la particularidad de calentar los cuerpos sólidos o líquidos, pasando a través del aire. En los incendios forestales, la radiación está directamente ligada a la longitud de las llamas. Cuanto más largas sean las llamas mayor potencia y alcance tendrá la radiación.

Convección: El calor es transportado por las columnas de aire caliente que ascienden por diferencia de densidad. El aire caliente es más liviano que el aire frío.

Conducción: El calor se transmite a través de las moléculas de los cuerpos sin que éstas se desplacen, por lo tanto, esta forma de transmisión del calor requiere del contacto físico entre los cuerpos. Al ser, las maderas malos conductores de la energía comparada con los metales, esta

forma de transmisión resulta ser la de menor incidencia en incendios forestales, aunque se ve favorecida por el contacto físico entre los combustibles.

Partículas: Esta no es una forma de propagación del calor, es una de las maneras de propagación del fuego en un incendio, por lo que es importante tenerla en cuenta por sus efectos en la aparición de focos secundarios. El calor “sale” del incendio a través de fragmentos encendidos, impulsados por el viento o transportados por las columnas de aire caliente (chispas/pavesas).

5.2.3. Tipos de incendios forestales

Según es la vegetación que se está quemando se distinguen tres tipos de incendios:

Incendios de superficie: En este tipo de siniestros el fuego se propaga en forma horizontal sobre la superficie del terreno consumiendo la vegetación existente sobre el suelo del monte, quemando combustibles vivos y muertos, compuestos por pastizales, hojas, ramas, ramillas, arbustos o pequeños árboles de regeneración natural o plantación, troncos, humus, entre otros que se encuentran desde la superficie del suelo hasta 1,5 metros de altura. Su velocidad de propagación es variable, pudiendo expandirse, desde unos pocos metros hasta varios kilómetros por hora. Son los incendios más comunes (Vellozas, 2010; Velázquez *et al.*, 2021)

Incendios de copas: Son los que se propagan a través de las copas de los árboles y, generalmente, se presentan de una manera violenta con velocidad de propagación muy alta. En estos incendios el fuego consume la totalidad de la vegetación y son muy destructivos, peligrosos y muy difíciles de controlar. Se inician en forma superficial, las llamas avanzan primero sobre el nivel del suelo y se propagan hacia arriba, transformándose en uno de copa o aéreo debido a la continuidad vertical de los combustibles (del suelo hacia las copas de los árboles), se presentan con fuertes vientos y en lugares de pendientes muy pronunciadas, por lo que su propagación es tanto de copa en copa de los árboles como en la vegetación superficial. Estos incendios dañan severamente el ecosistema donde se presentan (Vellozas, 2010; Velázquez *et al.*, 2021).

Incendios de subsuelo: Se propagan consumiendo el humus y el material orgánico no incorporado al suelo, así como las raíces de los vegetales y todos aquellos combustibles que forman la turba (incorporación débil o nula a la materia mineral, transformación bioquímica muy débil y anaerobiosis permanente) (Julca-Otiniano *et al.*, 2006). Se caracterizan por la velocidad de propagación lenta y el efecto letal en la vegetación y en la microfauna. El fuego se inicia en forma superficial, propagándose bajo el suelo mineral debido a la acumulación y capacitación de los combustibles, así como por su aglomerado en los afloramientos rocosos en donde se encuentran raíces, hojas y otros materiales vegetales. Por lo general no produce llama y emite poco humo. Aunque no son muy comunes, cuando se presentan, son peligrosos y difíciles de controlar (Vellozas, 2010; Velázquez *et al.*, 2021).

Los incendios subterráneos o de subsuelo son los más difíciles de detectar, ya que no producen llamas visibles, la temperatura puede rondar los 600° C y lo anterior hace que su extinción sea compleja, ya que la forma más efectiva de apagarlos es mediante lluvias. Existen distintos reportes acerca de este tipo de incendios, en el mundo y en nuestro país, algunos de ellos se tratan a continuación:

Relación entre los incendios forestales y las aguas subterráneas, Estados Unidos: Una conexión entre el agotamiento del agua subterránea y los incendios forestales cada vez más frecuentes y destructivos –como los recientes en el oeste de los Estados Unidos, a primera vista podría parecer frágil, pero de hecho se ha observado dicha conexión no sólo en los Estados Unidos sino también en todo el mundo. Los ecosistemas dependientes de aguas subterráneas son resistentes al estrés hídrico, pero empiezan a declinar, a veces en forma irreversible, si se

dispone de poca agua subterránea y también cuando hay una escasez de agua superficial. Durante los largos períodos secos, los investigadores descubrieron que los niveles de agua subterránea se agotan tanto que, efectivamente, se detiene la acción capilar, creando una “sequía hidrológica”. Cuando ocurren los incendios durante la sequía hidrológica, hay un aumento de hasta diez veces en el área de pérdida de bosques. Es posible que este descubrimiento mejore las predicciones sobre cuándo sucederá el próximo incendio y que tan extenso será. Estas dinámicas son difíciles de medir porque ocurren bajo tierra, por lo que algunos investigadores están midiendo el agua en cuevas de piedra caliza karstificadas para estudiarla en su movimiento de la superficie a los acuíferos. En los años posteriores a un incendio importante, los investigadores notan mayor evaporación, menor recarga de acuíferos y picos de nutrientes que eventualmente son moderadas por la regeneración (Fluence Corporation Limited, 2018).

Alarma en Rawson (San Juan, Argentina) por incendios subterráneos que amenazan a una escuela: El fenómeno no es nuevo, al menos los primeros datos de este fenómeno se conocen desde el año 1999, cuando una escuela quedó a merced de los incendios subterráneos; para su control se solicitó la colaboración de una brigada especial contra incendios ubicada en el sur del país. Pero la llegada de estos efectivos fue totalmente en vano. Este hecho único en el país no podía ser combatido por ellos debido a que su especialidad era el fuego superficial. Desde entonces la amenaza sigue y acecha a unas 300 familias que viven en un radio de 30 cuadras desde hace 16 años. Ahí la situación es en extremo grave, además de compleja de resolver (Diario Móvil, 2015).

Incendio subterráneo a dos metros de profundidad sobre una vega, en Río turbio (Santa Cruz, Argentina): se registró un principio de incendio en una zona de vega que posee un suelo rico en carbono más conocido como turba. Este incendio se provocó a causa de que un vecino de una chacra (quiso quemar basura en una de esas grietas y no tenía idea de que este es material es orgánico), cerca del lugar estaba quemando basura en una de las grietas reinantes del lugar que tiene dos metros aproximadamente de profundidad. Rápidamente se sofocó este foco de incendio en conjunto con máquinas excavadoras del Municipio que estuvieron en el lugar removiendo el suelo para que no quedaran vestigios de fuego (Tiempo Sur, 2012).

5.2.4. Partes de un incendio

Cabeza: parte del incendio que se propaga con mayor rapidez determinando su principal dirección de avance.

Cola: se la ubica generalmente en el sector opuesto a la cabeza. Casi siempre es la parte que avanza con mayor lentitud, aunque puede no tener actividad. Es el lado opuesto al avance principal.

Flancos: son los costados del incendio. El observador debe imaginarse estar mirando el fuego desde la cola para definirlos como Flanco derecho o Flanco izquierdo.

Borde: límite de separación entre las partes quemadas y no quemadas.

Perímetro: longitud total del borde.

Dedos: porciones del incendio que han quemado en forma alargada y angosta.

Bahías: porciones no quemadas entre dedos o en cualquier otro sector del incendio que ocasionan entrantes de cierta profundidad en el borde del incendio, también llamados Bolsas.

Islas: sectores de terreno no quemados en el interior del incendio.

Focos secundarios: fuegos existentes fuera de los bordes del incendio principal, originados por desprendimiento del mismo (Fernández, 2006) (Figura 2).

5.2.5.Efecto de los incendios forestales

Sobre la vegetación: se centra en la modificación en su estructura, composición y servicios ecosistémicos (Anchaluza y Suárez, 2013; Ubeda y Sarricolea, 2016). Asimismo, las distintas especies vegetales presentes en los distintos ecosistemas responden de forma diferencial al fuego, dependiendo de sus habilidades para tolerarlo y de los mecanismos de regeneración que posean (Ulibarry, 2017). Determinadas especies han desarrollado un mecanismo de adaptación y se les llama pirófitas por ejemplo: *Quercus súber*, *Arbutus unedo*, *Erica scoparia* (Iglesias López, 1993), *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Schinopsis lorentzii*, *Prosopis alba*, *Prosopis nigra*, *Acacia aroma* y *Acacia furcatispina* (Bravo *et al.*, 2008). En especies carentes de adaptaciones de resistencia o tolerancia al fuego, los incendios, incluso cuando su intensidad es baja, pueden causar una alta mortalidad. Si estas adaptaciones están ausentes en gran parte de las especies que componen la comunidad, el impacto sobre el ecosistema puede cambiar drásticamente la dinámica y composición de la vegetación y el resto de la cadena trófica. Así, el mantenimiento de las poblaciones, y la comunidad en general, dependen exclusivamente de la resistencia de las semillas en el suelo, o presentes en las plantas, de la capacidad de rebrote de las plantas dañadas, y de la recolonización del sitio desde sectores no afectados (Jaksic y Fariña, 2015; Ulibarry 2017).

Sobre el ecosistema edáfico: El suelo es un componente básico del ecosistema forestal. Puede sufrir cambios directos producidos por el calentamiento, en sus propiedades físicas, químicas y biológicas y cambios indirectos como consecuencia de la nueva situación microclimática después de la pérdida de la cubierta vegetal, de la cubierta de cenizas, así como una mayor susceptibilidad a la erosión, tanto hídrica como eólica (Mataix-Solera, 1999). El calor consume parte de la materia orgánica y puede alterar la estabilidad de agregados (Mataix-Solera *et al.*, 2002). En el suelo descubierto tras el incendio, y frecuentemente ennegrecido por una combustión incompleta, y por tanto un poder de reflexión generalmente muy inferior al de una superficie cubierta de vegetación, aumentan la temperatura y la evaporación, al tiempo que disminuyen la absorción y retención de agua, la porosidad, la aireación y la capacidad de infiltración por el incremento de las fracciones de limo y arena en detrimento de la arcilla, lo cual en algunas circunstancias podría aumentar también la erodabilidad de los suelos. Ello se debe a que los suelos limosos son más sensibles al impacto de la lluvia y, en consecuencia, más susceptibles a la erosión (Darboux y Algayer, 2013).

Otra alteración frecuente e importante en muchos suelos quemados es la repelencia al agua. El fuego vaporiza sustancias orgánicas presentes en el combustible, y parte de estos vapores condensan a una profundidad donde la temperatura es más baja, formando una capa repelente al agua (también llamada hidrofóbica). (Mataix-Solera y Doerr, 2004); sus efectos pueden prolongarse durante algunos años, contribuyendo al aumento de la escorrentía, con el peligro de erosión subsiguiente. En un bosque de pinos en Israel (Ginzburg y Steinberger, 2012) encontraron que, aún cuatro años después del incendio del bosque, la humedad del suelo continuaba siendo menor en las áreas quemadas, independientemente de la nueva cubierta vegetal (Minervini *et al.*, 2018).

El calor afecta normalmente sólo a los primeros centímetros del suelo (excepto en algunos casos especiales de suelos orgánicos o alrededor de las raíces quemadas de árboles que han ardido por completo). Contribuye también a la meteorización de las rocas, que se fragmentan o desescaman, debido al cambio brusco de temperatura, facilitando así su erosión posterior por otros agentes y favoreciendo la incorporación de sus partículas y elementos al suelo (Mataix-Solera y Guerrero, 2007)

Parte del nitrógeno total se pierde por volatilización, pero la magnitud está relacionada directamente con las temperaturas alcanzadas en el suelo y con la materia orgánica consumida. Otros nutrientes fundamentales como el fósforo, el magnesio o el calcio, y parcialmente el potasio, pueden ser devueltos por las cenizas (Mataix-Solera *et al.*, 1999), de forma que tras el incendio puede haber un aumento de fertilidad, efímero pero crucial, para la regeneración del monte. El mayor riesgo es la pérdida de nutrientes por lavado (lixiviación), o por erosión superficial, especialmente en pendientes fuertes o cuando no hay una estructura edáfica y una vegetación capaces de fijar y aprovechar rápidamente esa fertilidad (Mataix-Solera y Guerrero, 2007).

El aparente vacío biológico que parece haber en la superficie del suelo tras un incendio intenso, desaparece en poco tiempo. La microfauna hipogea sufre perturbaciones en los primeros centímetros de suelo mineral y, esporádicamente, a mayor profundidad por combustión de las raíces de árboles previamente cortados o heridos. Pero es frecuente observar una gran actividad biológica posterior y abundancia de plantas simbiotas con hongos micorrízicos. Todos estos signos denotan cierta compatibilidad y facilidad de recolonización (Mataix-Solera y Guerrero, 2007).

Sobre el medio ambiente: En las últimas décadas, a pesar de que algunos estudios demuestran la reducción en el número de fuegos y áreas afectadas por él a distintas escalas, incluida la escala mundial (Urbietta *et al.*, 2019), diversas regiones del planeta han registrado la ocurrencia de un mayor número de incendios, de mayor duración, extensión y severidad, asociada en parte al cambio climático y al cambio en los patrones del uso del fuego por causas humanas (Magrin *et al.*, 2014). Los procesos de combustión no controlada y con control mínimo como incendios de bosques, incendios de pastizales y páramos, quema de residuos agrícolas en el campo, quema de residuos domésticos al aire libre e incendios en rellenos sanitarios y vertederos al aire libre; ocurren en todos los países, en mayor o menor grado (Costner, 2006).

El paradigma de lo posible lo tenemos en los incendios de Australia de 2020, cuando la extensión del área quemada en ciertos biomas excedió todo lo observado hasta entonces (Boer *et al.*, 2020). El incremento de la temperatura promedio, asociado a condiciones de mayor duración e intensidad de las sequías, y otras anomalías climáticas, como la secuencia de eventos El Niño/La Niña, han promovido una mayor acumulación de biomasa seca y combustibilidad de la vegetación, favoreciendo la ocurrencia y propagación de megaincendios en la región, difíciles de controlar (Jiménez-Muñoz *et al.*, 2016; Fidelis *et al.*, 2018). Esta nueva dinámica en el régimen de incendios está generando severos impactos en los ecosistemas, la biodiversidad, la emisión de partículas y gases de efecto invernadero (GEI), afectando también a la salud y seguridad de las poblaciones y las actividades socioeconómicas de las zonas impactadas por los incendios (Bowman *et al.*, 2017; Bilbao *et al.*, 2020)

Los bosques juegan un papel importante en la mitigación de emisiones GEI, ya que tienen la capacidad de fijar y absorber el bióxido de carbono (CO₂) de manera natural y con ello intervienen en la regulación del clima. Por el contrario, la pérdida de bosques reduce la capacidad de captura del carbono e incrementa la absorción de calor terrestre (Irigoien y Clemente, 2019). A nivel mundial las emisiones han aumentado continuamente entre 1970 y 2010, presentando los mayores aumentos decenales absolutos hacia el final de ese período (2000-2010) (Romaniuk, 2018). Argentina no escapa a esta tendencia, con un crecimiento anual del 2,15 % promedio en la emisión de GEI entre 1990 y 2012 (SADyS, 2015). En base a las directrices propuestas por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), la Argentina ha elaborado tres comunicaciones nacionales (1990, 2000 y 2012) donde se presentan los inventarios de GEI de cada sector. Según la tercera comunicación nacional de cambio climático (TCNCC) el 42,7% de los GEI fue emitido por el sector Energía, seguido por el sector Agricultura y Ganadería con 27,8% y en tercer lugar el de Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (CUSS) con 21,1%. Po-

niendo el foco en estos últimos dos sectores, la mayor contribución de las emisiones corresponde a la categoría CUSS, la cual genera, emisiones/absorciones a partir de cuatro fuentes:

- Los cambios de biomasa en bosques y otro tipo de vegetación leñosa
- La conversión de bosques y praderas,
- El abandono de tierras cultivadas
- Los cambios en el contenido de Carbono (C) en el suelo, siendo las dos primeras las de mayor relevancia.

En el caso de los bosques, debido a la gran cantidad de biomasa acumulada, constituyen una de las más grandes reservas y sumideros de carbono (Schimel *et al.*, 2001). Las tierras con árboles cubren aproximadamente el 28% de la superficie terrestre (Oertel *et al.*, 2016).

La pérdida de los mismos, representa casi el 20% de todas las emisiones de GEI. Esto significa más que todo lo emitido por el sector de transporte del mundo. Asimismo, trae aparejada una serie de consecuencias como:

- Sin vegetación, los suelos se erosionan y se produce un fenómeno conocido como “desertificación” de áreas naturales.
- Aumentan las inundaciones.
- Desaparece un reservorio natural de agua de lluvia ya que la vegetación tiene la capacidad de absorber el agua y hacerla filtrar a las cuencas subterráneas.
- Con la pérdida de bosques, también se pierde biodiversidad tanto animal como vegetal.
- Finalmente, aparece un problema social: la migración forzada de comunidades que históricamente vivieron de la explotación extensiva de los bosques (Irigoin y Clemente, 2018).

Actualmente, una de las principales estrategias para la mitigación del cambio climático, se basa en el fomento de las prácticas de forestación- reforestación, la restauración de bosques degradados, la restitución de árboles en zonas antiguamente forestadas, la diversificación de los sistemas a través de la incorporación de árboles en sistemas ganaderos (sistemas silvopastoriles), la gestión de incendios, el establecimiento de áreas protegidas, principalmente el establecimiento de leyes que acompañen estas medidas, promover estrategias de manejo silvícola, acompañado de la cuantificación por ambientes de los almacenes de C y las emisiones de GEI de cada componente del sistema. Para ello, es esencial la implementación de planes de monitoreo a nivel regional y nacional que permitan brindar información clara sobre la evolución de los GEI en los sistemas forestales (Romaniuk, 2018).

Otro grupo de investigadores del Instituto de Suelos del INTA Castelar, junto con investigadores de la Facultad de Agronomía de la UBA han realizado aportes recientes sobre las emisiones de N₂O desde suelos en sistemas forestales de *Eucalyptus grandis* en la provincia de Entre Ríos. Los resultados indican que las emisiones son bajas a muy bajas, independientemente del tipo de suelo, inclusive comparando con otros usos de la tierra. La generación de información local representa una herramienta irremplazable para un verdadero conocimiento de la situación forestal y, por ende, conduciría a una adecuada toma de decisiones (Romaniuk, 2018).

5.3. GESTIÓN EN LA PROTECCIÓN Y MONITOREO

5.3.1. Comportamiento del fuego

Se entiende como **comportamiento** la forma en que actúa el fuego; y todas las tareas de extinción y los planes a ejecutar, así como las medidas de seguridad a adoptar por los combatientes se basan en la identificación de sus partes y la fase en que se encuentra. Los factores meteorológicos, los factores topográficos y el tipo de combustible forestal son las tres variables que de-

terminarán el comportamiento de los incendios forestales, su intensidad y virulencia, su tamaño, su frecuencia y estacionalidad. Su conocimiento es fundamental para poder prever la aparición de un incendio forestal, así como para poder desarrollar una correcta planificación de los trabajos de prevención y extinción de incendios forestales (Garrido Rivero *et al.*, 2016). (Tabla 1).

Fases de un incendio forestal

1. *Activado o fuera de control*: El fuego se propaga libremente. Bajo este estado se define a los fuegos que aún no han sido atacados, o a aquellos en los que en uno o varios sectores no han podido ser contenido.
2. *Detenido o contenido*: Por cualquier circunstancia natural, ambiental o a raíz de los trabajos de combate, la propagación del frente de avance ha sido detenida. Entendiendo por frente de avance a todos los sectores del incendio que presenten actividad. Esta situación puede revertirse y volver a la condición anterior de “fuera de control”.
3. *Circunscripto*: implica la existencia de recursos empeñados en el control distribuidos en todo el frente de avance. En esta etapa quizás falten asegurar puntos de anclajes, completar algunas podas o limpiezas, corregir y mejorar el trazado de las líneas, hacer quemas de ensanche, de islas o bahías, etc. Desde este estado también puede volver a estar “fuera de control”.
4. *Controlado*: implica que las tareas de control han sido exitosas, estableciéndose límites al avance del fuego (líneas de control), sin que éste tenga posibilidades de sobrepasarlos, pudiendo existir actividad en el interior. La línea de control ha quedado establecida definitivamente y asegurada. Esta situación es irreversible, ya que un incendio declarado técnicamente controlado no debería volver a la etapa “fuera de control”. Esto implica que para declarar un incendio como controlado debe existir absoluta seguridad en el éxito de las tareas.
5. *Extinguido*: El incendio no muestra signos de actividad en ninguna de sus partes, implica la ausencia de focos ígneos. (Culmina con las tareas de liquidación y guardia de cenizas). Algunos incendios grandes, aunque sean dados por controlados, pueden no declararse extinguidos durante mucho tiempo ya que su liquidación total a veces no puede llevarse a cabo a raíz de diversos factores: extensión, accesos, tipo de suelo, entre otros (Fernández, 2006).

5.3.2.Causas de los incendios forestales

Accidentales: relacionados por ejemplo con accidentes automovilísticos, ferroviarios, aéreos e incluso con ruptura de líneas eléctricas.

Negligencias: Tiene que ver con quemas agropecuarias no controladas, fogatas de excursionistas, fumadores irresponsables, quema de basura, limpieza de vías en carreteras y uso del fuego en otras actividades productivas dentro o cerca de las áreas forestales, etc.

Intencionales: Más de la mitad de los incendios son intencionados, es decir, tienen su origen en la utilización deliberada del fuego por parte del hombre. Una parte de los incendios son por causas desconocidas, que en muchos casos pueden ser también intencionadas. Se refiere a las quemas que se realizan en el contexto de conflictos entre personas; personas y empresas; vándalos; pirómanos (es aquella persona que por alguna alteración patológica prende fuego al monte); tala ilegal o litigios; entre otros.

Naturales: Generalmente, caída de rayos o centellas y en algunos países erupciones volcánicas (Vellozas, 2010).

En Argentina, los incendios forestales se producen en las diferentes regiones y provincias de acuerdo a la época del año. Entre los meses de diciembre a marzo las provincias del sur tienen un elevado riesgo de incendios forestales, desde el mes de octubre hasta marzo, las provincias de Entre Ríos, Corrientes, Misiones, Chaco y Buenos Aires son las que cuentan con mayor riesgo de este tipo de incendios. Para las provincias de Córdoba, Catamarca, La Rioja, Mendoza, San Luis, Santa Fe, Santiago del estero, Tucumán y todo el norte del país, el riesgo comienza con las primeras heladas de mayo y se extiende hasta el mes de noviembre (Dommarco, 2019).

Prevención (Colombati, 2007; Edding Zaldivar, 2009).

Antes que nada, debemos partir de la base de que la verdadera prevención consiste en evitar las causas que originan los incendios, no en intentar controlar uno ya iniciado que sería extinción.

Cuando el 90% de los incendios tienen su origen en causas humanas, la prevención estriba en:

- conocer el origen de los incendios,
- actuar sobre las causas que los motivan,
- evitar que se produzcan,
- sancionar a los responsables de acuerdo a la gravedad del siniestro.

Para atacar las causas, es necesario conocer en cada zona cuales son los principales motivos por los que se queman los montes. Es imprescindible que exista una auténtica colaboración y cooperación entre diferentes administraciones y organismos competentes en la investigación de las causas para optimizar al máximo los resultados. Una vez conocidas las causas, habría que tomar las medidas adecuadas para evitar que se ocasionen.

Las acciones de carácter preventivo se realizan durante todo el año, pero en especial en aquellos meses anteriores a la temporada de incendios y pueden ser de cuatro tipos:

Prevención física o de ingeniería: Se refiere a las diferentes actividades de campo que se realizan

para el manejo de combustibles, a fin de reducir su acumulación o modificar su condición: brechas cortafuego, desbroces, podas, aclareos y quemas prescritas, entre otras. El objetivo de estas medidas de control del combustible se consigue fundamentalmente, por la ruptura de la continuidad espacial tanto en forma horizontal como vertical entre los estratos de vegetación, para evitar la propagación rápida del fuego hacia las áreas forestales. Para ello, el personal de las brigadas debe dominar todo tipo de herramientas forestales y técnicas de manejo de la vegetación.

Prevención cultural: Incluye todas aquellas acciones encaminadas a influir en el comportamiento de la ciudadanía, las cuales tratan de formar personas más respetuosas, conservadoras y protectoras de los recursos naturales y en especial de los forestales. Cada año se despliega una estrategia en materia de difusión e información con el fin de prevenir los incendios forestales. También se ofrece atención técnica para el uso del fuego a la población rural.

Prevención por acciones de inteligencia: Entendemos que se hace estrictamente necesario desarrollar tareas de inteligencia que permitan extraer datos referentes a: causas más probables y zonas probables; pero además se hace necesario tener datos que pudieran ser relevantes en caso de tener que actuar en el combate de incendios, sean estos pequeños o aquellos potencialmente graves; como ser caminería interna dentro de los predios forestados, estado de los caminos, lugares cercanos donde podrían repostar los helicópteros, estado de los puentes de mampostería, de hierro, de madera, etc.; verificar si las cartas reflejan fielmente el terreno, zonas donde es posible recargar las bombas con agua, accidentes del terreno que pudieran afectar el acceso o el escape de la zona, todo otro dato que pudiera ser relevante.

Prevención legal: Se basa en el control de la aplicación estricta de leyes, reglamentos y normas para el uso del fuego en el territorio nacional.

5.3.3. Monitoreo (Aguirre Briones, 2001; MR-COPCIF, 2006; Pulido, 2015).

Cuando un foco de fuego se transforma en un incendio forestal comienza una cadena de sucesos, según va pasando el tiempo, si las condiciones son favorables para ello, se va complicando haciéndose cada vez más grande y por tanto más difícil de controlar, por ello, el objeto primero de cualquier sistema de defensa es iniciar lo antes posible las labores de extinción, para lo cual lo primero es la rápida detección del mismo.

De forma que podemos establecer los siguientes sistemas de vigilancia:

Vigilancia fija: Se realiza desde puntos de observación fijos en el terreno, presentan un alto costo de instalación y mantenimiento, a la vez que permiten un campo de visión relativamente amplio. Las prestaciones de estos puestos de vigilancia se ven mejoradas cuando se incorporan cámaras de vigilancia de infrarrojos, ya que permiten detectar focos de incendio en condiciones de visibilidad reducida (incluso durante la noche).

Los puntos de vigilancia pueden ser:

- Atalayas: Lugar dominante sin ninguna construcción aneja. En ellas se suele situar un vigilante en algunas horas determinadas del día.
- Casetas: Construcción en un punto dominante con buen acceso y buena visibilidad al exterior desde ella.
- Torres: Construcción elevada, sobre el nivel del suelo, que se pone en lugares donde la topografía es bastante llana, o para superar la altura de la vegetación circundante.

Tanto en torres como en casetas, se establecen turnos de vigilancia, que pueden llegar a cubrir las 24 horas del día

Vigilancia móvil: Consiste en recorrer, en vehículo adecuado o a pie, una zona forestal concreta. Tiene los siguientes objetivos:

- Vigilar zonas que no se ven bien con la vigilancia fija y que son muy sensibles por sus valores excepcionales o por la presencia de personas en ellas (como zonas de acampadas, áreas recreativas, etc.).
- Realizar un primer ataque a fuegos incipientes que encuentre en su recorrido, ya que, suelen estar dotados de un pequeño depósito de agua.
- Disuadir a las personas, al sentirse vigiladas, y al mantenerlas informadas.

Por lo cual debe disponer de equipos de protección individual, emisora para las comunicaciones, mapa de la zona, etc.

Tiene el inconveniente de que existe una alta subjetividad en la localización del incendio debido a un campo de visión reducido, así como una elevada dificultad de detección en condiciones atmosféricas adversas.

Vigilancia aérea: Cuando no hay caminos o la visibilidad está reducida por polvo o humo. Puede ser tripulado o no (Drones), también mediante helicópteros, aviones de coordinación y observación (ACO) de medios en emergencias. Estos sistemas proporcionan un gran campo de visión instantáneo combinado con una gran flexibilidad a la hora de supervisar zonas de riesgo.

Otros sistemas de vigilancia: con medios satelitales, que detectan focos de calor; cámaras con sensores de infrarrojos instaladas en torres para observación, que captan imágenes.

Provincias con mayor desarrollo en la prevención y monitoreo de incendios.

Mendoza (Instituto de desarrollo rural- Clúster Ganadero Bovino, Mendoza, 2017).

Los incendios son agentes principales de perturbación en muchos entornos representando una gran amenaza debido a que se pueden propagar en grandes áreas en cortos períodos de tiempo. Con lo cual es necesario desarrollar un sistema de alerta temprana de riesgo de incendio para el manejo y conservación de recursos naturales tanto como para la seguridad humana.

Desde el Instituto de Desarrollo Rural en el marco del Proyecto Mapa Productivo Ganadero Bovino de Mendoza, se utilizaron diferentes herramientas proporcionadas por la CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales), que en nuestro trabajo nos garantiza contar con información precisa y certera de incendios forestales.

Una de esas herramientas es el Índice de Peligrosidad de Incendios Forestales, en el cual se utilizan las siguientes variables: temperatura (°C), humedad relativa (%), velocidad del viento (Km/h) y el factor de sequía (DF). Se pueden obtener datos de pronóstico a 72hs con actualizaciones diarias. El Índice de Peligrosidad de Incendios se complementa con los focos de calor (representando que puede haber o habrá en el corto plazo de horas un incendio) obtenidos de los distintos sensores térmicos MODIS, TERRA y AQUA, incorporados en los satélites espaciales. El trabajo realizado en gabinete fue en principio recibir y procesar los avisos de focos de calor emitidos por la CONAE. En un segundo paso se descargaron imágenes satelitales Sentinel 2 y Landsat 8 durante el mes de enero del 2017.

Posteriormente, el trabajo fue realizar un procesamiento de imágenes satelitales combinando bandas utilizando el software ArcGis 10.1, dando como resultado en color magenta las áreas afectadas por incendios. Una vez distinguidas las mismas se realizó un mosaico con las imágenes satelitales.

Finalmente, con la información procesada se pasó a calcular a nivel provincial y departamental las hectáreas que han sido afectadas por los incendios e identificar los campos y productores o puesteros ganaderos. El objetivo de utilizar estas herramientas es tomar decisiones enfocadas en la gestión de emergencia en incendios forestales, ya que son un sistema de alerta temprana.

Córdoba (Melchiori y Mari, 2018).

La respuesta temprana a emergencias es uno de los principales desafíos que enfrenta la gestión de desastres naturales. Los incendios forestales forman parte del tipo de emergencias con mayores daños a la biodiversidad implicando enormes pérdidas económicas y deben ser registrados debidamente. La información satelital ha evolucionado hacia el uso combinado de sistemas de observación que permiten acortar los tiempos de respuesta. Se presenta una metodología multi-temporal basada en diferencias relativas, que combina imágenes multiespectrales Landsat-8 OLI y Sentinel-2 MSI para la delimitación de polígonos de área quemada por el incendio ocurrido en la Reserva La Calera, el 18 de agosto de 2017, en Córdoba. La constelación Sentinel 2 realiza un aporte importante de imágenes al total disponible para una determinada región geográfica y período de tiempo. Las características similares de los sensores OLI y MSI permiten un uso combinado y presenta significativos beneficios comparado al uso individual.

Corrientes: Consorcio Manejo de Fuego (CMF)

Es una institución civil sin fines de lucro creada para evitar y controlar incendios y daños asociados, en el ámbito rural. Está emplazado en Gobernador Virasoro, provincia de Corrientes y de-

pende de la Asociación Forestal de Corrientes. Sus miembros son empresas foresto industriales, productores agrícolas, y agroindustriales (de yerba, té y derivados), y protege 144.634,82 ha de una cuenca forestal de 280.000, en el norte de Corrientes y sur de Misiones.

En sus años de trayectoria se transformó en referente provincial y nacional en aspectos de organización, tecnología, información e incluso en aportes para el desarrollo de una institucionalidad eficiente y efectiva relacionada al uso del fuego y la mitigación de incendios rurales en el país.

La misión de la institución es constituir y organizar un plan de manejo de fuego para minimizar las pérdidas motivadas por incendios rurales. El CMF se ha convertido en un colaborador indispensable en el diseño y optimización de las políticas públicas que enmarcan el uso del fuego, la prevención y combate a incendios rurales / forestales.

El modelo de manejo del fuego consiste en:

Monitoreo: 23 torres de detección y brigadas móviles, vigilan un área de 200.000 ha y registra en la central focos y siniestros.

Información: La Central de Operaciones procesa indicadores e índices que son actualizados cada 2 horas.

Chequeos: Los focos son evaluados en el lugar por brigadas móviles, para determinar el grado de amenaza.

Combate: Los focos que representan una amenaza real al patrimonio de las empresas miembro son combatidos por los recursos del CMF.

Capacitación: Los funcionarios del CMF actualizan en forma permanente sus conocimientos. Al tiempo que la institución brinda capacitación a entidades afines en la región.

Investigación: Con miras a hacer más efectivo el servicio, los focos y siniestros son analizados. Cuando tienen causa humana, se busca conocer detalles para analizar comportamientos.

Concientización: Dado que el 95% de los focos reportados son originados por el hombre, el CMF desarrolla una importante labor de comunicación y sensibilización pública.

Patagonia: (<http://sipan.inta.gob.ar/agrometeorologia/met/met/clima.htm>)

El INTA creó una App web para monitorear incendios en Neuquén y Río Negro. Esta herramienta permite calcular en tiempo real, el riesgo de que ocurra un incendio en las áreas rurales de estas provincias. El principio de esta herramienta, desarrollada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), es el análisis de las variables como la temperatura, la humedad relativa, el viento y los días consecutivos de sequía. Desde Agroindustria, aseguran que se trata de un índice climático que no contempla la cantidad de materia seca acumulada, el combustible fino, la intervención antrópica u ocurrencia de tormentas eléctricas, entre otros factores. Cabe destacar que esta herramienta, se suma a las ya disponibles y colabora con la toma de mejores decisiones en los momentos oportunos y a mantener informada a la población para ayudar con la prevención.

5.4. ESTADO DE LOS BOSQUES

América Latina es una de tres regiones donde continúa la deforestación (FAO, 2018), entre los años 1990 y 2015, la superficie forestal del planeta, disminuyó del 31,6 % al 30,6 %, aunque el ritmo de pérdida se ha ralentizado en los últimos años, ya que en el 2010 se había llegado al 30,8% de bosques. La mayor parte de esta pérdida tuvo lugar en países en desarrollo. América Latina perdió el 1,25 % de sus bosques entre 2010 y 2015.

Dentro de las variables climáticas existe el fenómeno del Niño Oscilación Sur (ENOS) que es un patrón climático recurrente que implica cambios en la temperatura de las aguas en la parte central y oriental del Océano Pacífico tropical (se calientan o enfrían entre 1° C y 3° C, en comparación a la normal, en periodos que van de tres a siete años) (Irigoien y Clemente, 2018), actuando sobre la distribución de las precipitaciones en las zonas tropicales, pudiendo también tener influencia sobre el clima en otras partes del mundo (Irigoien y Clemente, 2019).

Las hectáreas afectadas por incendios rurales en Argentina, pasaron de un promedio de entre 800.000 a 1.000.000 hasta el año 1996 a 600.000 en el año 1997. Entre los años 2010 y 2015, Argentina fue uno de los 10 países con la tasa de deforestación más alta del mundo: cada año desaparecía el 1,1 % de su superficie boscosa. Actualmente, ese índice bajó a la mitad y es del 0,5%, pero sigue siendo un valor alto si se lo compara con el promedio mundial que es del 0,08%. Muchos investigadores infieren que existe una relación entre este evento (ENOS) y la ocurrencia de incendios ya que incide en forma directa en el déficit y exceso de agua, originando anomalías hídricas en distintas zonas (Irigoien y Clemente, 2019). En el mes de enero del 2022, a través del Decreto 6/2022, el Poder Ejecutivo Nacional declaró la emergencia ígnea en todo el territorio de la República Argentina por el plazo de un año y creó un grupo de trabajo presidido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, con el fin de adoptar las medidas que resulten necesarias para propiciar y atender con carácter inminente la presupresión y combate de incendios forestales, la restauración de las zonas afectadas y la prevención de nuevos focos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022). (Tabla 2).

En 2020 desde el mapa proyectado por los satélites de la NASA se observa una Argentina en rojo. Los distintos focos de incendios se extienden desde la zona del Delta del Paraná –que comparten las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Entre Ríos– hasta Córdoba y el Norte argentino. Si bien la problemática afecta a todo el continente, nuestro país figura como el segundo con mayor número de incendios forestales en el mundo, según el Monitoreo Global de Bosques de la agencia espacial estadounidense.

Once provincias padecen incendios de diferente magnitud. En Córdoba la cifra de hectáreas quemadas llega casi a 200 mil. En San Luis, el fuego arrasa casas de gente afincada en los cerros. Brigadistas y vecinos trabajan juntos. Clarín le preguntó el domingo a Juan Cabandié (Ministerio de Medio Ambiente de la Nación) por las causas del fuego: “No puedo identificarlas donde existen cada una, pero sí están los agro negocios, el negocio ganadero y el negocio inmobiliario detrás. Los fuegos no son por un asado mal apagado. El 95% de los casos son intencionales. Ahí hay un debate que plantean los brigadistas. Ellos van, arriesgan su vida, alguien va detrás y vuelve a prender. Se están poniendo en riesgo los ecosistemas”, señaló el funcionario.

Mientras tanto, se presentó en el Congreso de la Nación un proyecto que propone modificar la Ley Nacional de Manejo del Fuego. La iniciativa prohíbe realizar cambios en la utilización del suelo de aquellas zonas incendiadas. El proyecto busca así, no solo proteger los ecosistemas dañados, sino también desalentar los incendios intencionales y la especulación financiera e inmobiliaria (Dozo, 2020).

Situación en la Región NEA:

El año de mayor superficie quemada fue el 2012 a causa de las altas temperaturas, fuertes vientos y extrema sequía que caracterizaron los meses de enero a septiembre, especialmente en el sur de Misiones y norte y centro de Corrientes. En cambio, en esta última región en el transcurso del año 2013 el exceso de precipitaciones y las temperaturas por debajo de los valores normales, originaron una importante reducción en la superficie quemada. En la provincia de Jujuy durante los años 2012 y 2013, la sequía y las temperaturas elevadas provocaron incendios de importancia. Durante el 2014 en la región del NEA, hubo precipitaciones superiores a los valores normales que hicieron que ese año fuera uno de los más lluviosos de los últimos 60 años, afectando

tando especialmente el sur de Misiones y norte de Corrientes. En el año 2016 la región del NEA, se caracterizó por presentar en la mayoría de los meses del primer semestre precipitaciones superiores a los valores normales y déficit en el segundo semestre, período donde se produjeron los incendios de bosques cultivados.

Durante 2017 el Fenómeno Niño Oscilación Sur (ENOS) en nuestro país, se presentó casi todo el año en su etapa neutral, excepto noviembre y diciembre que mostró tendencia hacia la etapa de Niña. El primer semestre del año se caracterizó por presentar exceso de precipitaciones en el litoral, la región pampeana y la costa patagónica; en relación a las temperaturas estuvieron por encima de la media en casi todo este período, excepto en el mes de octubre, en el cual el promedio de la temperatura en todo el país estuvo por debajo del valor promedio. El mes de diciembre mostró déficit hídrico en las provincias de Corrientes, Santa Fe y Santiago del Estero y temperaturas por encima de los valores medios. Esto determinó que, en ese mes, en la Provincia de Corrientes se quemarán el 74% del total de la superficie de bosques cultivados afectada por incendios en todo el país (Irigoin y Clemente, 2019).

El año donde se detectaron mayor cantidad de incendios fue 2015, los incendios de mayor tamaño se detectaron en la Provincia de Corrientes (Irigoin y Clemente, 2019).

En el 2020 con algo más de 69.600 focos acumulados desde el 1° de enero, el país alcanzó el pico máximo anual registrado de manera satelital en los últimos veinte años. Los datos se desprenden de un análisis del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil (INPE), que hace una medición satelital desde 1999 en la que evalúa, mes a mes, el número de “puntos calientes” de los países de América del Sur. En la Argentina, según el INPE, el récord en la cantidad de incendios (no de superficie quemada) se había registrado en 2003, con 69.317 puntos calientes. En lo que va de 2020 -hasta el 30 de octubre-, la cifra es de 69.632. Y si se comparan los datos de agosto, el mes en el que históricamente hay más focos de incendio del año, 2020 ya supera por un 9% a 2003 (Magnani, 2020) y con respecto al números de alerta de incendios supera 13% al 2019 (Di Santi, 2021). Según datos oficiales, 1,1 millones de hectáreas fueron afectadas por los incendios, un 0,29% de la superficie total de la Argentina. De acuerdo con el último reporte oficial de incendios (actualizado al 18/03/2021), actualmente hay focos ígneos activos en 2 provincias (Río Negro y Chubut), y en lo que va del año ya fueron afectadas 61 mil hectáreas (Magnani, 2020).

Una de las provincias del NEA más afectadas fue la provincia de Corrientes, un nuevo y voraz incendio arrasó unas 20.000 hectáreas forestadas y 30.000 hectáreas de campo en el norte de la provincia, en Gobernador Virasoro. En tanto, en la zona de Santa Rosa se prendieron fuego otras 150 hectáreas y tres aserraderos que lograron ser controlados. Juan Ramón Sotelo, presidente de la Asociación del Plan Estratégico Foresto-industrial de Corrientes (APEFIC), explicó que la situación que se vive es crítica y sobre todo sin lluvias a la vista. Con un promedio anual de 1500 milímetros, hasta el momento llevan caídos menos de la mitad milímetros de agua. "Es muy preocupante porque el panorama hacia adelante no es alentador, porque la lluvia pasa de largo y por lo que sabemos La Niña nos va a dejar sin precipitaciones hasta marzo del año que viene", indicó. En este contexto, Pedro Botta, ingeniero agrónomo y asesor forestal en AZ Group, contó que la gran sequía en todo Corrientes viene de principios de año, "que, al aumentar la temperatura, la poca humedad en el ambiente, sumado al viento norte, era un momento propicio para que con cualquier accidente se desate un foco" (Reinke, 2020).

Martín Kowalewski, es biólogo y director de la Estación Biológica Corrientes contó que con las llamas de corrieron peligro las 80 hectáreas del parque provincial “San Cayetano”, área protegida donde trabajan investigadores del CONICET y pasantes de la UNNE. En tanto, explicó que “un incendio en épocas de sequía no favorece al suelo porque levantan tanta temperatura el suelo

que quema el banco de semillas que es el que quieres para que vuelva a crecer el pasto. Se quema todo porque dura mucho el fuego, queda muy caliente el suelo". Asimismo, añadió que en los pastizales viven un montón de animales: cuises, zorros, aguará guazú, monos, venados, guazunchos, "que están siendo afectados porque ahora con todo quemado van a ir fuera del parque y los van a cazar. Es otro problema que tenemos", dijo angustiado (Escobar, 2020).

En 2021 durante los últimos meses, la regional continuó registrando déficit de precipitaciones principalmente sobre el centro y norte de Corrientes y sobre Misiones, como así también sobre el Delta del Paraná. Los caudales de los ríos se mantienen en condiciones de bajante histórica. En julio, el sur de la regional tuvo algunas precipitaciones puntualmente importantes que se reflejaron como superávit pero que no alcanzan para revertir las condiciones de sequía prolongada. Las temperaturas fueron inferiores a las medias, especialmente en la segunda quincena de julio. Se registraron heladas importantes con algunas marcas récord como Mercedes (Corrientes) con -3°C el día 29/7. Esta situación, sumada a la escasez hídrica contribuye a un aumento significativo de la disponibilidad del combustible fino. La actividad fotosintética estimada por el indicador NDVI muestra valores inferiores al promedio en las zonas mencionadas reflejando lo antedicho. La disponibilidad del combustible medio y grueso estimado con el indicador BUI se encuentra en valores elevados en las estaciones del centro y norte regional, en alguna de ellas cercano a los valores máximos históricos como Corrientes e Iguazú. El monitoreo de focos de calor muestra actividad superior al período 2015-2020 considerado. Se reportaron durante julio del corriente año 9 incendios en Entre Ríos, siendo Victoria 4 el de mayor superficie afectada con más de 3.000has y 1 incendio en Corrientes. Se emitieron 3 pronósticos especiales para incendios ocurridos en la zona Delta del Paraná. Para el próximo trimestre se esperan temperaturas normales y precipitaciones normales o inferiores a las normales sobre Corrientes y Misiones; sobre Entre Ríos las temperaturas serían normales o superiores a las mismas y las precipitaciones inferiores al promedio (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible Argentina, 2021).

Herramientas nacionales de monitoreo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021). El sistema de evaluación de peligro y alerta temprana de incendios forestales y rurales surge de la necesidad de poder anticipar situaciones críticas en relación al combate de incendios forestales y de campo.

El 21 de enero de 1994, 25 bomberos voluntarios del cuartel de bomberos de Puerto Madryn, Chubut, murieron combatiendo un incendio rural en las proximidades de dicha localidad. A partir de este hecho, se puso de manifiesto para la comunidad de fuego de nuestro país que es fundamental caracterizar y monitorear los factores que causan el comportamiento extremo del fuego, pudiéndose anticipar así situaciones de peligrosidad.

En el año 1998 comenzó a sumarse el apoyo meteorológico al manejo del fuego. El Servicio Nacional de Manejo del Fuego (SNMF), en forma conjunta con el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), empezaron a confeccionar los primeros pronósticos especiales para incendios. De esta manera se dio inicio al trabajo conjunto entre ambos organismos para brindar el apoyo meteorológico al manejo del fuego, actividad que continúa hasta la actualidad.

El reporte mensual de alerta temprana presenta un análisis integrado de la evolución estacional de variables que afectan las condiciones de peligrosidad.

El informe contiene el análisis climatológico de las condiciones del último mes y de las proyecciones estacionales, ocurrencia de incendios, monitoreo de focos de calor, evolución de índices de peligro, mapas de anomalías de temperatura y precipitación de los últimos meses, así como mapas del pronóstico de temperatura y precipitación para el próximo trimestre (estos últimos, provistos por el Servicio Meteorológico Nacional) y un mapa de la situación relativa de la vegetación –NDVI– (INTA).

Mapa de peligro de incendios, se calcula con variables de estaciones meteorológicas del Servicio meteorológico Nacional y del modelo GFS-NCEP. Los índices de peligro de incendio ayudan a

evaluar la facilidad de ignición, la velocidad de propagación, la dificultad de control, y el impacto del fuego, en función de los factores fijos y variables que lo afectan (vegetación, topografía, meteorología). Es un Índice Meteorológico, destinado a mantener informada a la población y a ayudar a la prevención de incendios.

Además, a través de la Dirección de Recursos Forestales del Ministerio de producción, brinda diariamente información actualizada sobre índice de peligro de incendios de toda la provincia de Corrientes (Dirección de Recursos Forestales, 2022) (Figura 3).

5.5. MARCO LEGAL REGULATORIO

En el caso de Argentina, resulta interesante destacar que la norma que regula de manera específica el manejo de los incendios forestales es nueva y que, por tal razón, es necesario que se analice la misma en profundidad y se avance en su entendimiento. Al respecto, debe tenerse en cuenta que esta disciplina fue reconocida doctrinariamente, en especial luego de la Reforma Constitucional de 1994, en la cual se incorporó el artículo 41 que reconoce el derecho a un ambiente sano para las generaciones presentes y futuras, incorporando así el principio de desarrollo sostenible (Minaverry, 2016).

Ley N° 13.273/48 de defensa de la riqueza forestal (vigente a la fecha): que protege los bosques y las tierras forestales, que quedan sometidos a su régimen cuando se encuentran ubicados en jurisdicción nacional o de las provincias adheridas y los bosques protectores y tierras forestales ubicados en las provincias cuando sus efectos inciden sobre intereses de competencia del gobierno federal por afectar el bienestar general, progreso y prosperidad de dos o más provincias (Minaverry, 2016).

En cuanto a prevención y lucha contra incendios, esta ley dedica 6 artículos al tema: art. 19, donde toda persona que tenga conocimiento de haberse producido algún incendio de bosques está obligada a formular de inmediato la denuncia ante la autoridad más próxima. Las oficinas telefónicas, telegráficas y de radiocomunicaciones oficiales o privadas deberán transmitir sin previo pago y con carácter urgente las denuncias que se formulen; art. 20 en que en caso de incendio de bosques las autoridades civiles y militares deberán facilitar elementos, medios de transporte y personal para extinguir; art. 21 dice que la autoridad forestal o la más cercana podrá convocar a todos los habitantes habilitados físicamente entre los 15 y 50 años, que habiten o transiten dentro de un radio de 40 kilómetros del lugar del siniestro, para que contribuyan con sus servicios personales a la extinción de los incendios de bosques y proporcionen los elementos utilizables, que serán indemnizados en caso de deterioro. Estas obligaciones son carga pública.

El art. 22 cita que cada vez que se produzca un incendio en zona fronteriza, con peligro de propagación al país limítrofe, las autoridades darán inmediata cuenta a la correspondiente más cercana de la zona que pudiera resultar afectada. El Poder Ejecutivo gestionará la reciprocidad internacional; el art. 23 fija que en el interior de los bosques y en una zona circundante, cuya extensión fijarán los reglamentos, sólo se podrá llevar o encender fuego en forma tal que no resulte peligro de incendio y en las condiciones que se determinen reglamentariamente, siendo prohibida la fabricación de carbón, rozados y quemados de limpieza sin autorización administrativa y; en el art. 24 queda prohibida la instalación, sin autorización administrativa previa, de aserraderos, hornos de cal, yeso, ladrillos, cemento o cualquier otro establecimiento que pueda provocar incendios en el interior de los bosques y en una zona circundante suficientemente amplia como para prevenir su propagación.

También prohíbe el desmonte de bosques y tierras forestales y la utilización irracional de los productos forestales y declara de utilidad pública, sujetos a expropiación, los bosques clasificados como protectores; los dueños de bosques protectores o permanentes de propiedad privada podrán solicitar una indemnización. Por otra parte, la autoridad competente, podrá declarar obligatoria la conservación de determinados árboles mediante indemnización, si fuese solicitada (Heredia, 1998).

Plan Nacional de Manejo del Fuego (PNMF): fue creado en el año 1996 por orden del presidente de la Nación en respuesta al incremento de los incendios rurales registrados en todo el territorio de la República. La Subsecretaría de Planificación y Política Ambiental, de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, lleva adelante el Plan Nacional de Manejo del Fuego con la finalidad de proteger contra incendios al Ambiente, los bosques y los diversos tipos de vegetación dentro del territorio nacional. En este marco el Sistema Federal del Manejo del Fuego, establece coordinaciones interinstitucionales, la construcción de una estructura de regionalización y la aprobación de convenios de cooperación; definiendo un modelo de intervención estratégica y gestión ambiental (Decreto N.º 1381/96).

El Plan Nacional de Manejo del Fuego es un modelo de organización para hacer frente a la prevención, control de incendios y manejo del fuego postulado por el Estado Nacional a través de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable sobre el que las provincias argentinas y la Administración de Parques Nacionales tienen opción de adherir. La suma de los esfuerzos individuales coordinados -a través de la incorporación de todas las jurisdicciones- permite instrumentar un sistema nacional con capacidad para una eficiente atención del fuego, desde el primer nivel hasta el de máxima complejidad a través de protocolos preestablecidos que permiten movilizar la totalidad de los recursos disponibles (AFOA, 2008).

El PNMF brinda asistencia técnica y operativa a las provincias, responsables tanto de la detección como del ataque inicial de los fuegos en sus respectivas jurisdicciones y de la legislación sobre su uso, y coordina todos los recursos de que dispone el país para prevenir y combatir incendios rurales. Para su aplicación ha requerido la adhesión de las provincias a través de convenios individuales con la SRNyDS. A fin de evitar los inconvenientes burocráticos para la movilización de medios aéreos y fuerzas federales que ocasionan demoras y costos perjudiciales para un eficaz combate del fuego, la SRNyDS ha firmado convenios con la Fuerza Aérea Argentina que permiten que el jefe de Incendios locales pueda ordenar, con la aprobación del Coordinador Regional y del Coordinador de Medios Aéreos del PNMF, la movilización y operación de las aeronaves necesarias. En el mismo sentido se ha acordado la firma de convenios con Gendarmería Nacional y el Consejo Nacional de Bomberos Voluntarios (Heredia, 1998).

Ley N° 26.815/13 - Ley de manejo del fuego- Sistema Federal de Manejo del Fuego. Creación; dicha norma se aplica a “las acciones y operaciones de prevención, prescripción y combate de incendios forestales y rurales que quemen vegetación viva o muerta, en bosques nativos e implantados, áreas naturales protegidas, zonas agrícolas, praderas, pastizales, matorrales y humedales y en áreas donde las estructuras edilicias se entremezclan con la vegetación fuera del ambiente estrictamente urbano o estructural. Asimismo, alcanza a fuegos planificados, que se dejan arder bajo condiciones ambientales previamente establecidas, y para el logro de objetivos de manejo de una unidad territorial”

Minaverry (2016) en su análisis de la norma, detalla que se crea el Sistema Federal de Manejo del Fuego que será coordinado y administrado por el Servicio Nacional de Manejo del Fuego, el cual tendrá las siguientes atribuciones y funciones:

- a) Establecer los lineamientos técnicos y operativos del Sistema, coordinando su planificación con las Coordinaciones Regionales, las jurisdicciones locales y la Administración de Parques Nacionales.
- b) Confeccionar el Plan Nacional de Manejo del Fuego.
- c) Desarrollar e implementar un Programa de Competencias Laborales y Formación Continua que observe las particularidades de cada una de las Regiones.
- d) Desarrollar e implementar un Sistema Nacional de Alerta Temprana y Evaluación de Peligro de Incendios.
- e) Desarrollar un Sistema de Información de Manejo del Fuego que facilite la adopción de políticas acordes al objetivo de esta Ley.
- f) Desarrollar un Programa de Fortalecimiento Operativo, promoviendo un nivel de organización, e incorporación de equipamiento y de tecnologías que garanticen la actuación segura y eficiente de los recursos terrestres y aéreos de apoyo al combate del fuego.
- g) Establecer mecanismos que aseguren el derecho a la información pública y a la participación ciudadana en el desarrollo e implementación del Sistema.
- h) Promover programas científico técnicos en temáticas tendientes a lograr un manejo del fuego acorde con los objetivos de esta Ley.

Esta nueva norma establece diversos objetivos generales y específicos, respecto de los cuales únicamente haremos mención a los que consideramos más relevantes. En primer lugar, se intenta proteger y preservar el medio ambiente del daño generado por los incendios y de la población en general.

En segundo lugar, se procura que el Estado a través de sus diferentes organismos institucionales y herramientas preventivas evitan peligros a la comunidad.

En tercer lugar, la norma apunta a la promoción de la concientización y educación de la población, respecto del impacto de los usos del fuego, en especial en las zonas en donde existen gran cantidad de recursos forestales y forma parte de un escenario más cotidiano para estas personas.

Otro de los aspectos novedosos de esta norma radica en la determinación de diferentes niveles de intervención, que son adecuadas para la prevención y mejora del estado de situación en el caso de producirse incendios forestales:

Nivel I: es la fase de ataque inicial de todo incendio que se origine dentro del territorio de una jurisdicción local o de la Administración de Parques Nacionales, correspondiendo a dichas autoridades las tareas de supresión.

Nivel II: cuando la autoridad competente o la Administración de Parques Nacionales consideren oportuno solicitará apoyo al Servicio Nacional de Manejo del Fuego a través de la Coordinación Regional correspondiente.

Nivel III: cuando, por la magnitud del siniestro, su duración o complejidad, se viera superada la capacidad de respuesta del nivel anterior, la Coordinación Regional solicitará a la Central Nacional, con la conformidad de las Autoridades Competentes, la apertura del presente nivel de actuación nacional y la afectación de recursos extra-regionales.

Este sistema de diferenciación de niveles es el mismo que se ha establecido en la Ley Nacional de Presupuestos Mínimos Ambientales para la protección de los bosques nativos de 2007, que

hemos descrito más arriba, y que ha funcionado de manera satisfactoria en la práctica a los fines de “clasificar” los niveles de calidad o de valor ambiental de los mismos.

Lo destacable es que resulta difícil determinar las categorías intermedias, tanto en relación con los niveles o la gravedad de los incendios forestales o rurales en este caso, como se vio que ocurrió con las zonas donde existen bosques nativos. El criterio subjetivo, a pesar de que existen anexos normativos que fijan algunos lineamientos generales a los fines de poder aplicar la ley, esto muchas veces presenta dificultades en la práctica. Tal es así que la norma sobre bosques nativos fue aplicada de manera muy diferente en las diferentes provincias argentinas, ya que los ordenamientos territoriales donde se realizó la zonificación y clasificación de los bosques difieren notablemente entre sí.

Además, se han establecido con la categoría de infracciones a la Ley las siguientes actividades:

- a) Llevar o encender fuego en el interior de bosques y pastizales en transgresión de los reglamentos respectivos.
- b) No cumplir con la obligación de dar aviso a la autoridad más cercana de la existencia de un foco de incendio.
- c) Encender fuego, realizar quemas o desarrollar actividades prohibidas o sin la correspondiente autorización previa.
- d) No contar con los planes de protección en los casos en los que fueran requeridos.
- e) Impedir o dificultar el accionar del personal combatiente de incendios, por acción u omisión, en cualquier circunstancia o lugar, en terrenos de propiedad pública o privada.

Otro tema importante que ha incorporado la norma mencionada es fijar una serie de obligaciones que deben realizar los particulares o ciudadanos, de esta forma dejando claro que la autoridad pública no puede únicamente lograr que se realice un manejo de los incendios forestales de manera exitosa, si no se trabaja de manera mancomunada y coordinada entre ambos.

En principio, debe promoverse la actitud participativa de los ciudadanos al momento de realizar todas las denuncias ante la autoridad pública correspondiente y de forma inmediata cuando tome conocimiento de haberse producido algún incendio. También deben extremar sus medidas de cuidado de los recursos naturales, cuando se realicen usos o actividades utilizando fuego.

Respecto de la responsabilidad que se les asigna a los responsables de daños ambientales que se produzcan como consecuencia de un incendio, la norma dedicó su artículo 22 a regular la misma: “El responsable del daño ambiental que produzca un incendio tendrá la obligación de recomponer y adoptar las medidas de reparación que, en cada caso, resulten necesarias para la recuperación de las áreas incendiadas en los términos de los artículos 27 y 28 de la Ley N° 25.675, Ley General del Ambiente.

Lo que primero debe mencionarse aquí es que se tiende a lograr la recomposición, o sea retrotraer al estado anterior el ambiente que fue dañado. Luego, se hace referencia a unos artículos pertenecientes a otra norma nacional que regula la figura del daño ambiental colectivo, que se produce por la acción u omisión de hechos o actos jurídicos.

Lo interesante es que define al daño ambiental como toda alteración relevante que modifique negativamente el ambiente, sus recursos, el equilibrio o los bienes o valores colectivos.

Pero se indica que cuando no sea técnicamente posible revertir el ambiente a su estado anterior al daño, el responsable deberá pagar una indemnización sustitutiva que deberá depositarse en el

Fondo de Compensación Ambiental. Con estos fondos se realizan obras tendientes a prevenir y/o reparar el medioambiente.

Finalmente, el régimen de sanciones que se estableció en la norma es el siguiente: apercibimiento; multas, clausura del establecimiento; y pérdida de concesiones, privilegios, regímenes impositivos o crediticios.

Ley N° 27.353/17. Manejo del Fuego. Incendio de superficie de Bosques Nativos. Modifica Ley N° 26.815.

El Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina reunidos en Congreso, etc. sancionan con fuerza de Ley:

ARTÍCULO 1°— Incorporase al capítulo IV de la ley 26.815, de Manejo del Fuego - Sistema Federal de Manejo del Fuego, el siguiente artículo:

Artículo 22 bis: En caso de incendios de superficies de bosques nativos, cualquiera sea el titular de los mismos, no podrán realizarse modificaciones en el uso y destino que dichas superficies poseían con anterioridad al incendio, de acuerdo a las categorías de conservación asignadas por el ordenamiento territorial de los bosques nativos de la jurisdicción correspondiente, elaborado conforme a la ley 26.331. Los bosques no productivos abarcados por la ley 13.273 serán asimismo alcanzados por la restricción precedente (Monzó *et al.*, 2017).

6. CONCLUSIONES

A partir del manejo de los nuevos conceptos como la ecología del fuego, regímenes de fuego, frecuencia de ocurrencia, patrones de distribución, tipos de fuego, su intensidad y severidad; y la comprensión de que el fuego no precisamente conlleva a la evolución de los ecosistemas forestales nativos hacia el equilibrio; convicción que existió durante mucho tiempo; es posible incorporarlos como estrategias de manejo. Por ello se presenta un desafío para los responsables, no solo de las áreas de protección sino también productivas del sector forestal, relacionadas con la necesidad de definir políticas de manejo tendientes a mantener el fuego dentro de los regímenes naturales. Si bien el control del fuego con fines de protección sigue vigente en la mayoría de los Parques Nacionales de nuestro país, se reconoce la necesidad de contemplarla con una mirada más amplia respecto de su rol en los ecosistemas.

El acceso a información por diversas tecnologías, proporciona la oportunidad de un trabajo colaborativo de instituciones académicas, organizaciones sociales y no gubernamentales, junto con los organismos gubernamentales para el monitoreo y protección de los recursos naturales y la gestión de desastres naturales.

En cuanto al marco regulatorio legal, una de las posibles conclusiones preliminares sobre esta temática, es que el régimen sancionatorio argentino, al igual que ocurre en la mayoría de las herramientas legales de protección ambiental, no involucra al régimen penal, y de esta manera no se logra disuadir ni corregir conductas humanas inadecuadas. Asimismo, la normativa argentina, se encuentra especializada en los incendios forestales y posee un enfoque sistémico; a partir de ella surge que la regulación es inclusiva de la protección de otros recursos naturales, no limitándose únicamente a los bosques ni a los incendios, sino abarcando además las áreas protegidas y a las zonas agrícolas.

7. CUADROS Y GRAFICOS

Tabla 1: Comportamiento del fuego. Tomado de Aguirre Briones, 2001.

Elemento	Factores		Afecta a la velocidad de propagación
	Concepto	Características condicionantes	
Combustible	Cantidad de combustible	Cantidad de biomasa o restos	A mayor cantidad de combustible mayor velocidad
	Tamaño y forma	Finos o ligeros, medios, gruesos o pesados condicionan la relación superficie/volumen	A mayor relación superficie/volumen mayor facilidad de combustión
	Compactación	Espaciamiento o distancia entre los combustibles	A mayor compactación menor velocidad
	Humedad	Combustibles vivos o muertos	A mayor humedad menor velocidad
	Distribución espacial	Continuidad horizontal y/o vertical	A mayor continuidad vertical u horizontal mayor velocidad
Tiempo atmosférico	Humedad relativa	Temperatura ambiente	A mayor humedad relativa menor velocidad
	Viento	Velocidad, dirección, intensidad, generales, locales: de ladera, de cañón, brisas marinas, tormentas	A mayor velocidad del viento mayor velocidad
Topografía	Pendiente	Aumento del calor de convección	A mayor pendiente mayor velocidad
	Exposición (orienta-	Solana/umbría: condicionan la temperatura y la humedad relativa	A mayor exposición solar mayor velocidad

	ción)		
	Altitud	Condiciona la temperatura y la humedad	A mayor altitud menor velocidad
	Relieve	Cañones, ollas, rampas, collados	A mayor relieve quebrado mayor velocidad

Tabla 2. Superficie estimada afectada por incendios reportados entre el 01/01/2022 y el 27/01/2022 - Emergencia Ígnea Nacional (en hectáreas).

Provincia	Superficie (ha)
Buenos Aires	140
Catamarca	1.879
Chaco	5.341
Chubut	80.165
Córdoba	15
Corrientes	2
Entre Ríos	S/D
Formosa	44
Jujuy	10
La Pampa	32.684
La Rioja	1,3
Mendoza	1.907
Misiones	S/D
Neuquén	6
Río Negro	6.445
Salta	7.085
San Juan	S/D
San Luis	26.701
Santa Cruz	S/D
Santa Fe	S/D
Santiago del Estero	S/D
Tierra del Fuego	S/D
Tucumán	S/D
Total	162.425,3

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022.



Figura 1: Triángulo del fuego (tomado de ESCUELA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL-México, 2015)



Figura 2: Partes de un incendio. (Fuente: Rodríguez Ruiz, F. 2018).

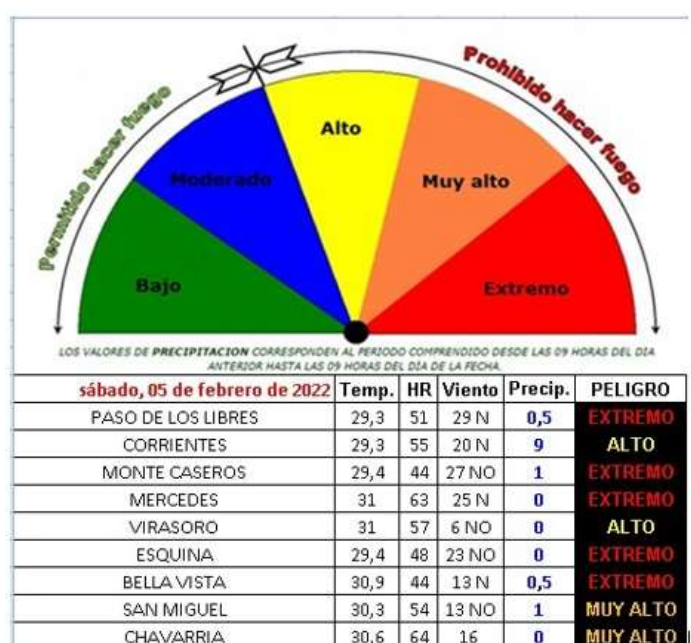
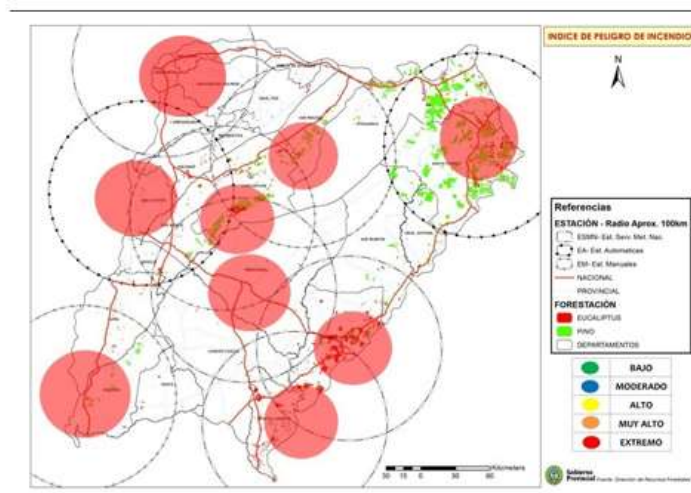


Figura 3: Índice de peligro de incendios (tomado de la Dirección de Recursos Forestales- Ministerio de Producción de la Provincia de Corrientes, 2022).

8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Briones, F. (2001). Manual de formación de incendios forestales para cuadrillas. Edita el Gobierno de Aragón/TRAGSA, Zaragoza, 335 p.
- Anchaluiza, S., Suárez, E. (2013). Efectos del fuego sobre la estructura, microclima y funciones ecosistémicas de plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*; Myrtaceae) en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. ACI Avances en Ciencias e Ingenierías, 5(2).
- and Vulnerability. Part b: regional aspects. En: *Contribution of WorkingGroup II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. Maccracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom y New York, NY, USA, pp. 1499-1566
- Bilbao, B., L. Steil, I.R. Urbieto, L. Anderson, C. Pinto, M.E. Gonzalez, A. Millán, R.M. Falleiro, E. Morici, V. Ibarregaray, D.R. Pérez-Salicrup, J.M. Pereira, J.M. Moreno (2020). Incendios forestales. En: *Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos – Informe RIOCCADAPT* [Moreno, J.M., C. Laguna-Defior, V. Barros, E. Calvo Buendía, J.A. Marengo y U. Oswald Spring (eds.)]. McGraw-Hill, Madrid, España (pp. 459-524, ISBN: 9788448621643).
- Boer, M.M., V. Resco de Dios; R. A. Bradstock (2020). Unprecedented burn area of Australian mega forest fires. *Nature Climate Change*, 10, 171-172.
- Bowman, D.M., G.J. Williamson, J.T. Abatzoglou, C.A. Kolden, M.A. Cochrane, A.M. Smith. (2017). Human exposure and sensitivity to globally extreme wildfire events. *Nature Ecology & Evolution*, 1(6), 0058
- Bravo, S.; C. Kunst; R. Grau. (2008). "Suitability of the native woody species of the Chaco región, Argentina, for use in dendroecological studies of fire regimes". *Dendrochronologia* 26, 43-52.
- Casal Jiménez, M., Basanta Alves, M, García Novo, F. (1984). La regeneración de los montes incendiados en Galicia. UNiv. Santiago de Compostela, 113 pp.
- Chaves, C. (2015). Planificación de la lucha contra el fuego usando información espacial. Universidad Nacional de Córdoba. 109p
- CIEFAP (Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico). (2015). 1er Taller sobre Incendios Forestales en Bosque Nativo y Áreas de Interfaz Urbano-Rural. Propuesta sobre necesidades de investigación en el manejo del Fuego en nuestro país. 15 p.
- Colombati, M. (2007). Guía para la prevención de incendios forestales. Gobierno de la provincia de Córdoba. 44 p.
- Costner, P. (2006). Estimando las liberaciones y priorizando las fuentes de dioxinas en el Convenio de Estocolmo. Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México (RAPAM)Texcoco, México. 44 p.
- Darboux, F., B. Algayer (2013). Crûtes de battance, ruissellement, erosion hydrique. Pp. 141-153 in D. Baize, G. Duval, and G. Richard (eds.). *Le sols et leurs structures. Observations à différentes échelles*. Éditions Quae, Versailles, Francia
- Fidelis, A., S. Alvarado, A. Barradas, V. Pivello (2018). The Year 2017: Megafires and Management in the Cerrado. *Fire*, 1(3), 49.
- Garrido Rivero, R.; Carreira Fernández, R.; Iglesias Montes, R. (2016). Defensa y prevención de incendios forestales. Ed. España síntesis. 232 p.
- Ginzburg, O., Y. Steinberger (2012). Effects of forest wildfire on soil microbial-community activity and chemical components on a temporal-seasonal scale. *Plant Soil* 360:243-257.
- González, C., A. Abril, M. Acosta. (1999). Efectos del fuego sobre la fertilidad edáfica y las comunidades microbianas en el Chaco Occidental Argentino. 10p
- Heredia, R. (1998). Plan Nacional de Manejo del Fuego: República Argentina. En: *Reunión Sobre Políticas Públicas que Afectan a los Incendios Forestales*. FAO.
- Iglesias López, T. (1993). Efectos de los incendios forestales sobre las propiedades del suelo. Tesis para optar de Doctora en Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. 332 p.

- Irigoin, N.; Clemente, N. (2018). Estadísticas de incendios forestales ocurridos en Argentina en el año 2017. Ministerio de Producción y Trabajo. Secretaria de Agroindustria. Presidencia de la Nación. 77 p.
- Irigoin, N.; Clemente, N. (2019). Informe sobre los incendios de bosques cultivados ocurridos en Argentina. Años 2011-2017. Ministerio de Producción y Trabajo. Secretaria de Agroindustria. Presidencia de la Nación. 25 p.
- Jaksic, F. M., Fariña, J. M. (2015). Incendios, sucesión y restauración ecológica en contexto. In *Anales del Instituto de la Patagonia* (Vol. 43, No. 1, pp. 23-34). Universidad de Magallanes.
- Jiménez-Muñoz, J.C., C. Mattar, J. Barichivich, A. Santamaría-Artigas, K. Takahashi, Y. Malhi, J. A. Sobrino G. Van der Schrier (2016). Record-breaking warming and extreme drought in the Amazon rainforest during the course of El Niño 2015-2016. *Scientific Reports*, 6, 33130.
- Julca-Otiniano, A.; Meneses-Florian, L.; Blas-Sevillano, R.; Bello-Amez, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia* 24 (1): 49-61.
- Kopta, F., Colombatti, M. (2005). Manejo rural sin fuego. Guía para productores de la provincia de Córdoba. 47p.
- Magrin, G.O., J.A. Marengo, J.P. Boulanger, M.S. Buckeridge, E. Castellanos, G. Poveda, F.R. Scarano y S. Vicuña, 2014: Central and South America en: climate change 2014: impacts, adaptation,
- Mataix-Solera J., Guerrero C. (2007). Efectos de los incendios forestales en las propiedades edáficas. GEA-Grupo de Edafología Ambiental. Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente. Universidad Miguel Hernández. Avda de la Universidad s/n. 03202 Elche, Alicante 36pp.
- Mataix-Solera, J. (1999). Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales. Contribución a su conservación y regeneración. Tesis Doctoral (ph-D). Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante. 330 pp.
- Mataix-Solera, J., Doerr, S.H. (2004). Hydrophobicity and aggregate stability in calcareous topsoils from fireaffected pine forest in southeastern Spain. *Geoderma* 118: 77-88.
- Mataix-Solera, J., Gómez, I; Navarro-Pedreño, J.; Guerrero, C., Moral, R. (2002). Soil organic matter and aggregates affected by wildfire in a *Pinus halepensis* forest in Mediterranean environment. *International Journal of Wildland Fire* 11: 107-114
- Melchiori, E.; Mari, N. (2018). Generación de mapas de áreas quemadas a partir de imágenes Landsat 8 OLI y Sentinel 2 MSI. X Congreso de Agro Informática (CAI) - JAIIO 47 (CABA, 2018). P 12-25.
- Minaverry, C. (2016). Estado de situación y análisis jurídico de la regulación de los incendios forestales en Argentina y Uruguay. *ARS BONI ET AEQUI* 12 (1): 11- 32.
- Minervini, M; Morras, H; Taboada, M. (2018). Efectos del fuego en la matriz del suelo. Consecuencias sobre las propiedades físicas y mineralógicas. Asociación Argentina de Ecología. 16p
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Argentina (2022). Informe Nacional de Peligros de Incendios de Vegetación 2021. Sistema de Evaluación de Peligro y Alerta Temprana. Servicio Nacional del manejo del fuego. 28p
- Monzó, E.; Pinedo, F.; Inchausti, E.; Tunessi, J. (2017). Ley N° 27.353 - Medio ambiente. Revista: Ediciones Especiales RAP Digital.
- Moscovich, F.; Ivandic, F.; Besol, L. (2014). Manual de combate y manejo del fuego. Ediciones INTA. 42 p.
- Oertel, C., Matschullat, J., Zurba, K., Zimmermann, F., Erasmi, S. (2016). Greenhouse gas emissions from soils—A review. *Chem. Erde-Geochem.* 76, 327– 352.
- Pulido, V. Almeida, F. Mato, J. Delgado, F. Naranjo, P. Morales, P. Yguacel, E. Álvarez, I. Otero, E. (2015). Desarrollo de nuevas técnicas para detección y seguimiento de líneas de fuego en incendios forestales basado en sensores térmicos móviles de despliegue rápido (selif). 19p
- Romaniuk, R. (2018). Emisiones de gases de efecto invernadero desde el sector forestal. *Ciencia e Investigación - TOMO 68 N°5*: 55-61.

- Saucedo, G.; Perucca, R.; Ybarra, D.; Kurtz, D. (2022). Informe técnico: Determinación del área quemada en Corrientes según coberturas vegetales. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 4 págs.
- SADyS (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación) (2015). Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la República Argentina –Volumen 3 - Agricultura, Ganadería, y Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura.
- Schimel, D.S., House J.I., Hibbard K.A., Bousquet P., et al. (2001). Recent patterns and mechanisms of carbon exchange by terrestrial ecosystems. *Nature*. 414, 169- 172.
- Suhiltzaleak, N. (2001). Manual de extinción de incendios. Bomberos de Navarra. 290p
- Trabaud, L. (1980). Evolution après incendie de la structure de quelques phytocénoses méditerranéennes du Sud-Languedoc (Sud de la France). *Ann. Sci. Forest.*, 4.0(2): 177- 196.
- Trabaud, L. (1989). Les effets du régime des feux: exemples pris dans le bassin méditerranéen. *Options Méditerranéennes. Série Séminaires*, 3: 89-94.
- Ubeda, X., Sarricolea, P. (2016). Wildfires in Chile: A review. *Global and Planetary Change*, 146, 152-161.
- Urbieto, I.R., M. Franquesa, O. Viedma, J.M. Moreno. (2019). Fire activity and burned forest lands decreased during the last three decades in Spain. *Annals of Forest Science*, 76, 90.
- Van Wagner, C.E. (1987). Desarrollo y estructura del índice meteorológico de peligro de incendios forestales canadiense. *Forestry Technical Report 35*. Canadian Forestry Service. Petawawa National Forestry Institute Chalk River, Ontario. 48 p.
- Vellozas, T.; Púa, M.; D. Mello, E.; Cardozo, J. (2010). Incendios Forestales y su afectación al Medio Ambiente, Prevención y Combate. Montevideo, Uruguay. Instituto Militar de Estudios Superiores Escuela de Ingeniería Militar. 161 p.

Leyes consultadas:

- Ley N°13.273. Defensa de la riqueza forestal. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/30713/norma.htm>
- Ley N° 26.815: Sistema Federal de Manejo del Fuego. Creación. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/205000-209999/207401/norma.htm>
- Ley N° 27.353. Manejo del Fuego. Disponible en: http://www.ecofield.net/Legales/Man_fuego/ley27353.htm
- Ley N° 25.675, Ley General del Ambiente. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/75000-79999/79980/norma.htm>
- Ley N° 26.331: Presupuestos Mínimos De Protección Ambiental De Los Bosques Nativos. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/135000-139999/136125/norma.htm>
- Ley N°27353: sistema federal de manejo del fuego. Disponible en: [InfoLEG - Ministerio de Justicia y Derechos Humanos - Argentina](http://www.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/205000-209999/207401/norma.htm)

Sitios WEB consultados:

- AFOA (2008). Disponible en: http://www.pnmfafoa.org.ar/quienes_somos.htm
- Consortio Manejo de Fuego (CMF). Disponible en: <http://www.cmf.org.ar/>
- Di Santi, M. (2021). Medio digital “Chequeado”. Disponible en: <https://chequeado.com/el-explicador/en-2020-se-registro-el-pico-maximo-de-focos-de-incendios-y-quemas-en-el-pais/>
- Diario Móvil. (2015). Alarma en Rawson por incendios subterráneos que amenazan a una escuela. Disponible en: <https://www.diariomovil.info/2015/04/16/alarma-en-rawson-por-incendios-subterraneos-que-amenazan-a-una-escuela/>

- Dirección de recursos forestales. (2022). Índice de peligro de incendios. Ministerio de producción de la provincia de Corrientes. Disponible en: <https://recursosforestales.corrientes.gob.ar/noticia/indice-de-peligro-de-incendios--4>
- Dommarco, S. (2019). «Incendios forestales en Argentina: un cementerio de árboles carbonizados.» Disponible en: <https://www.filo.news/Incendios-forestales-en-Argentina-un-cementerio-de-arboles-carbonizados-l201909030001.html>
- Dozo, L. (2020). Medio digital “Diario Clarín”, sección Revista Ñ. Disponible en: https://www.clarin.com/revista-enie/ideas/rojo-vivo-mapa-argentino-incendios_0_YhGanTZLF.html
- Escobar, P. (2020). Fuente de información forestal, foresto-industrial y ambiental de Argentina y América Latina, medio digital “Argentina forestal”. Disponible en: <https://www.argentinaforestal.com/2020/08/25/corrientes-incendio-forestal-consumio-la-mitad-del-parque-provincial-san-cayetano-un-area-protegida-con-80-hectareas/>
- Edding Zaldivar C. (2009). Bombero Técnico en Urgencias Médicas-A. Prevención y combate de incendios forestales. Universum, UNAM 13p. Disponible en: http://www.repsa.unam.mx/documentos/Zaldivar-Edding_2008_incendios.pdf
- Escuela Nacional de Protección Civil-México. (2015). Disponible en: http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/Curso_conato.pdf
- Fernández, A. (2006). Manual del combatiente de incendios forestales. Disponible en: <http://www.incendiosforestales.catamarca.gob.ar/assets/manual-combatiente---basico.pdf>
- Fluence Corporation Limited. (2018). Incendios forestales vinculados al agotamiento de aguas subterráneas. Disponible en: <https://www.fluencecorp.com/es/incendios-forestales-vinculados-al-agotamiento-de-aguas-subterraneas/>
- Instituto de desarrollo rural - Clúster ganadero bovino. Incendios forestales Mendoza - Argentina. Mendoza, (2017). Disponible en: <https://www.idr.org.ar/wp-content/uploads/2017/02/Incendios-Forestales-Mendoza.pdf>
- Magnani, R. (2020). Medio digital “Diario Clarín”, foro: sociedad. Disponible en: https://www.clarin.com/sociedad/incendios-argentina-2020-ano-focos-siglo-xxi_0_5UT3P4Qam.html
- MAGyP, (2014). Plantaciones forestales y gestión sostenible. Unidad de Cambio Rural, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, Buenos Aires, Argentina, 14 pp. Disponible en: http://forestindustria.magyp.gob.ar/archivos/gestion-forestal-sostenible/publi_ambiental.pdf
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2021). Evaluación de peligro y alerta temprana. Servicio Nacional del Manejo del fuego. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/fuego/alertatemprana/reportemensual>
- Reinke, M. (2020). Medio digital “La Nación”, sección campo. Disponible en: <https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/incendios-corrientes-fuego-arraso-mas-20000-hectareas-nid2520794/>
- MR-COPCIF. (2006). Curso Operaciones de Prevención y Control de Incendios Forestales perteneciente al Programa IRg/USAID/OFDALAC de Capacitación y Asistencia Técnica. Disponible en: <https://scms.usaid.gov/sites/default/files/documents/1866/MR-%20COPCIF.pdf>
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2019). Disponible en: https://www.noticiaslibrodar.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=870:...%201%20de
- SINAGIR (Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo y Protección Civil) (2019). Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sinagir/incendio-forestal>
- Tiempo Sur. (2012). Incendio subterráneo a dos metros de profundidad sobre una vega. Disponible en: <https://www.tiemposur.com.ar/nota/34165-incendio-subterraneo-a-dos-metros-de-profundidad-sobre-una-vega>

- Ulibarry P. (2017). Impacto de los incendios forestales en suelo, agua, vegetación y fauna. Disponible en: <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACIONCUENTA&prmID=39186#:~:text=Estos%20efectos%20pueden%20ser%20directos,vegetaci%C3%B3n%20y%20degrada-ci%C3%B3n%20del%20suelo.&text=Estos%20impactos%20se%20traducen%20en,org%C3%A1nica%2C%20alteraci%C3%B3n%20de%20la%20vegetaci%C3%B3n>.
- Velázquez R, Alzua L, y Ortiz E. (2021). Serie Fascículos: Incendios Foréstaes, 3ª edición mayo 2008, versión electrónica 2021. Disponible en: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/159-FASCCULOINCENDIOSFORESTALES.PDF>