

## Ocurrencia de incendios forestales en la Provincia de La Pampa, Argentina (2005-2017)

Mosiejchuk, Marcelo Alejandro<sup>1</sup>   y Mazzola, Mónica Beatriz<sup>2</sup>  

1 Gobierno de la provincia de La Pampa, Dirección General de Defensa Civil  
2 Universidad Nacional de La Pampa, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
@ mosiejchukmarcelo@yahoo.com.ar

Recibido: 05/12/2023  
Aceptado: 15/04/2024

**Resumen.** El fuego es un componente natural de los ecosistemas y también una herramienta en el manejo de los sistemas agropecuarios en la provincia de La Pampa. Sin embargo, los incendios forestales representan también un riesgo para las personas, bienes, actividades rurales y recursos naturales. El objetivo de este trabajo fue analizar la ocurrencia de incendios forestales en La Pampa entre los años 2005 y 2017. Se examinaron el número de incendios y sus causas, la superficie y tipo de vegetación total afectada para cada uno de los 22 Departamentos de la provincia. Durante el período de estudio se registraron 638 eventos, que afectaron un total de 2.675.875 ha (aproximadamente 18,7 % de la provincia). La mayoría de los eventos fueron de origen natural, no superaron las 5000 ha de extensión y afectaron en proporciones similares a bosques nativos, arbustales y pastizales. El mayor número de incendios forestales ocurrió en enero, probablemente debido a condiciones de mayor temperatura, baja humedad de los combustibles y ocurrencia de tormentas eléctricas que favorecen la ignición y propagación del fuego. La temporada más significativa fue 2016/17, con 1.337.170 hectáreas afectadas. Entre los Departamentos, Chalileo y Caleu Caleu tuvieron la mayor superficie quemada (>570.000 ha; ~65 % de la superficie total); mientras que Chalileo y Utracán presentaron el mayor número de incendios (~115). No se registraron incendios en el sector nororiental de la provincia. Estos resultados contribuyen a las actividades de prevención y planificación desarrolladas para la gestión del riesgo de incendios a nivel provincial y regional.

**Palabras clave:** incendios forestales; caldenal; pastizales; monte; riesgo de incendios.

**Abstract. Wildfire occurrence in La Pampa Province, Argentina (2005-2017).** Fire is a natural component of ecosystems as well as a management tool in agricultural systems in the province of La Pampa. Nevertheless, forest and rural fires also represent a risk to people, properties, rural activities and natural resources. The objective of this work was to examine wildfire occurrence in La Pampa between the years 2005 and 2017. The number and causes of fires, the burnt area and type of vegetation affected were examined for each of the 22 Departments and for the province. 638 events were recorded during the study period affecting a total of 2,675,875 hectares (about 18.7 % of the province). The majority of the events were of natural origin, not exceeded 5,000 hectares in area and affected in similar proportions, native forests, shrublands and grasslands. Most fires burned during January, probably due to conditions of higher temperature, low fuel humidity, and the occurrence of electrical storms that favor fire ignition and spread. The most significant season was 2016/17 with 1,337,170 hectares affected. Among the Departments, Chalileo and Caleu Caleu had the largest burned area (>570,000 hectares; ~65 % of total surface); while Chalileo and Utracán presented the highest number of fires (~115). Meanwhile, no fires were recorded in the northeastern sector of the province. These results contribute to the prevention and planning activities developed for fire risk management at the provincial and regional level.

**Key words:** wildfire; calden forest; rangelands; monte; wildfire risk.

### INTRODUCCIÓN

El fuego es uno de los agentes de disturbio de mayor relevancia en los ecosistemas terrestres (Bowman et al., 2009; Giorgis et al., 2021; Murphy et al., 2013; Sousa, 1984). Los incendios naturales cumplen un rol fundamental en la estructura, composición y patrones de la vegetación (Bond y Keeley, 2005), en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo (Neary et al., 1999), en la evolución de las especies (Brown y Smith, 2000; Kennedy y Fontaine, 2009; Keeley y Pausas, 2022), el paisaje y los biomas (Archibald et al., 2018; Bond y Keeley, 2005). La

ocurrencia de incendios está estrechamente relacionada con las complejas interacciones entre los elementos del clima (ej.: estacionalidad, patrón de precipitaciones, sequías), las condiciones locales (ej.: relieve) y el estado del tiempo, es decir el estado de la

#### Cómo citar este trabajo:

Mosiejchuk, M. A. y Mazzola, M. B. (2025). Ocurrencia de incendios forestales en la Provincia de La Pampa, Argentina (2005-2017). *Semiárida*, 35(1), 5-20.

atmósfera en un momento dado (ej.: temperatura, humedad, velocidad del viento) que actúan sobre el tipo, disponibilidad y distribución de los combustibles en los ecosistemas e influyen la intensidad y velocidad de propagación del fuego (Archibald et al., 2018; Bradstock, 2010; Kunst y Rodríguez, 2003).

La denominación de “incendios forestales” hace referencia a los incendios, de origen natural o antrópico, que se propagan sin control humano por la vegetación de bosques, pastizales, arbustales, sabanas, humedales, turberas u otros tipos de ecosistemas terrestres (Pausas, 2020). Esta definición excluye a las “quemadas prescritas” o “controladas”, que se planifican y ejecutan bajo condiciones específicas con fines de reducir la cantidad de combustibles, incrementar la producción ganadera, controlar plagas, enfermedades o especies invasoras, entre otros objetivos. La ocurrencia de incendios forestales varía en relación con el clima y los tipos de vegetación (Bradstock, 2010), y también como consecuencia de los cambios en los ecosistemas producidos por la presencia de especies exóticas (Bradley et al., 2018; Kerns et al., 2020; Veblen et al., 2008), las actividades humanas y demás factores de cambio global (Jones et al., 2022; Pausas y Keeley 2021).

En la Argentina, existe una marcada variabilidad en las características y estacionalidad de los incendios forestales, principalmente atribuible a los patrones de precipitación, temperatura y a los períodos de déficit hídrico estacionales o interanuales. Por ejemplo, en el noroeste, la selva pedemontana posee un clima subtropical con una marcada estación seca de junio a noviembre, que produce una importante desecación de la vegetación y aumenta la disponibilidad de combustibles para los incendios forestales, que típicamente ocurren entre agosto y octubre. Además, en esta región, el riesgo de incendios se incrementa también por las quemadas intencionales y sin control utilizadas para promover el rebrote de pasturas, controlar malezas y por la introducción de gramíneas exóticas que producen gran cantidad de fitomasa (Bóo, 1990; Brown y Malizia, 2004).

En la región chaqueña, abarcando las provincias de Santiago del Estero, Chaco, Formosa y Córdoba, la temporada de incendios se extiende de junio a octubre (Bianchi et al., 2013). Si bien a principios del invierno, las condiciones atmosféricas son de baja temperatura y mayor humedad en el suelo; hacia agosto y septiembre las temperaturas aumentan y se asocian a condiciones de baja humedad atmosférica y fuertes vientos que favorecen los incendios (Argañaraz et al., 2017; Kunst et al., 2003; Kunst, 2011; Pinilla Vargas, 2016; Sánchez et al., 2021). En la región mesopotámica, principalmente en Entre Ríos y Corrientes, los incendios se producen durante el verano, en su mayoría originados por quemadas intencionales de pastizales que escapan de control y se propagan afectando la vegetación nativa y las plantaciones forestales (Martínez Carretero, 1995). Asimismo, una mayor incidencia de incendios en la región, también ha sido observada en períodos recientes extraordinariamente secos (Saucedo et al., 2023).

En tanto, en las provincias de Santa Fé, Buenos Aires, La Pampa, San Luis y algunos sectores de Mendoza, la mayor ocurrencia de incendios forestales se produce en los meses de verano, cuando las condiciones de mayor disponibilidad de combustible y las numerosas tormentas eléctricas, frecuentemente acompañadas por vientos intensos, facilitan la ignición y propagación del fuego (Peláez et al., 2003; Pinilla Vargas, 2016). Frecuentemente se originan focos simultáneos que se extienden rápidamente y, en ocasiones, generan incendios de alta intensidad. En esta región central del país, que corresponde a las ecorregiones Pampa, Espinal y Monte de llanuras y mesetas, el fuego también es utilizado por los productores agropecuarios como una herramienta para la recuperación de la productividad forrajera de bosques y pastizales (Estelrich et al., 2021; Martínez Carretero, 1995). En la región noroeste de la Patagonia, los bosques de las provincias de Río Negro, Neuquén y Chubut presentan una alta densidad de incendios entre octubre y marzo, en su mayoría de origen antrópico; no obstante, la mayor parte de la superficie quemada anualmente corresponde a las comunidades de la estepa donde predomina el combustible fino (de Torres Curth et al., 2008; Defossé et al., 2021; Kitzberger, 2003; López y Madariaga, 2021).

Independiente de su origen, el fuego es un agente de disturbio presente en los ecosistemas de la Argentina (Kunst et al., 2003; Martínez Carretero, 1995). A nivel nacional, la Provincia de la

Pampa fue la más afectada por la ocurrencia de incendios forestales entre los años 2005 y 2017 (Zacconi y Toppazzini, 2018). En esta provincia, el fuego es aceptado en su rol natural para mantener la estructura y funcionamiento de los ecosistemas (Estelrich et al., 2005; Medina, 2003) y también como herramienta en el manejo tradicional de los sistemas agropecuarios (Llorens y Frank, 2003; Peláez et al., 2003). Sin embargo, los incendios forestales constituyen una amenaza para las personas, la infraestructura de servicios, los bienes y las actividades económicas, especialmente la ganadería (Dall'Armellina y Fernández Bussy, 2010). En ciertas temporadas, como ocurre en otras regiones, los incendios superan la capacidad de prevención, control y extinción por parte de las instituciones municipales, provinciales y nacionales, produciendo importantes impactos económicos, sociales y ambientales (Zacconi y Toppazzini, 2018).

Dado este contexto, es fundamental disponer de datos cuantitativos que permitan analizar técnicamente los factores que hacen a la ocurrencia y características de los incendios. Es por ello, que el objetivo principal de este trabajo, fue realizar un análisis de los incendios forestales ocurridos en la Provincia de La Pampa entre los años 2005 y 2017, considerando el número, superficie y localización de los incendios, la época del año, las causas y el tipo de vegetación afectada. Este conocimiento contribuirá a mejorar las acciones de prevención y control en la gestión de los incendios en el territorio de la provincia, y de esta manera, reducir el nivel del riesgo.

## METODOLOGÍA

El estudio abarcó la Provincia de La Pampa, que cuenta con una superficie de 143.440 km<sup>2</sup>, dividida en 22 departamentos (Figura 1), y una población de 361.859 habitantes (INDEC 2023). El clima es templado, con una temperatura media anual entre 14° y 16 °C. Durante el verano, la temperatura media del mes más caliente (enero) varía de 22-24 °C mientras que, en la estación invernal (julio), los valores medios son cercanos a los 6-8 °C. La temperatura máxima absoluta fluctúa entre los 40° y 45 °C (enero), mientras que la mínima anual absoluta (julio), varía entre -10 °C y -17 °C (Cano et al., 1980). Frecuentemente, durante el verano se registran olas de calor y períodos excesivamente cálidos que duran varios días (Servicio Meteorológico Nacional, 2020).

En la primavera-verano, las masas de aire cálido y húmedo ingresan en La Pampa con vientos predominantemente de dirección N-NE. Cuando estas masas chocan con las masas de aire frío desplazadas por vientos del SO dan origen a tormentas intensas, frecuentemente acompañadas con vientos fuertes y alta actividad eléctrica. En el invierno, los vientos ingresan predominantemente del SO, son fríos y secos y las precipitaciones son escasas. La velocidad promedio anual del viento varía entre 10 y 15 km.h<sup>-1</sup>, con las mayores intensidades registradas generalmente durante la primavera (INTA et al., 1980). Según los registros de las estaciones meteorológicas de la Cátedra de Climatología e Hidrología (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNLPam) ubicadas en El Guanaco (Dpto. Capital) y Casa de Piedra (Dpto. Puelén), las velocidades máximas del viento pueden alcanzar valores cercanos a los 80 km.h<sup>-1</sup> (Pablo Dornes 2018, com. pers.).

Las precipitaciones presentan un gradiente decreciente con valores más altos, cercanos a los 700-800 mm anuales en el NE (Departamento Chapaleufú) que decrecen hacia el SO, alcanzando valores alrededor de 200 mm (Departamento Puelén). Las lluvias son principalmente primavero-estivo-otoñales (octubre-marzo), mientras los meses de invierno (junio-agosto) tienden a ser más secos. En tanto, la variabilidad mensual e interanual es alta, consistentemente con lo observado en regiones áridas y semiáridas. Según el índice hídrico de Thornthwaite, en La Pampa pueden delimitarse tres regiones: una subhúmeda seca nororiental, una semiárida centro-occidental) y una árida suroccidental (Cano et al., 1980).

El paisaje regional se caracteriza por un sector oriental de amplias planicies, que hacia el centro-oeste, se ondulan presentando amplias depresiones y valles transversales; y un sector sur-occidental con llanuras aluviales, arenosas y afloramientos rocosos. La pendiente regional, con dirección NW-SE, es baja (0,7 %), con la máxima elevación ubicada en el Cerro Negro (1188 msnm) al NW, desde donde las alturas van decreciendo en forma gradual hasta alcanzar valores cercanos al nivel del mar

en el SE. En el centro-sur, se destacan las Sierras de Lihué Calel con una altura de 589 msnm (Cano et al., 1980).



**Figura 1.** Departamentos and ecorregiones (Pampa, Espinal, Monte de llanuras y mesetas) en la Provincia de La Pampa, Argentina.

**Figure 1.** Departments and ecological regions (Pampa, Espinal, Monte de llanuras y mesetas) in La Pampa Province, Argentina.

La vegetación de La Pampa, de E a O corresponde a las ecorregiones Pampa, Espinal y Monte de llanuras y mesetas (Burkart et al., 1999) (Figura 1). En la ecorregión de la Pampa, que abarca el sector NE de la provincia, la vegetación nativa se caracterizaba por extensos pastizales (Matteuci, 2012) que han sido reemplazados por cultivos, principalmente soja, trigo (Subsecretaría de Estadística y Censos de La Pampa, 2021). En la ecorregión del Espinal, la formación vegetal característica es el bosque xerófilo caducifolio dominado por *Neltuma caldenia* (caldén), que alterna con pastizales de planicies y pastizales de médanos (Burkart et al., 1999). El caldén domina el estrato arbóreo acompañado por *Neltuma flexuosa* (algarrobo), *Geoffroea decorticans* (chañar) y *Jodina rhombifolia* (sombra de toro). Entre los arbustos se destacan *Schinus fasciculatus* (molle), *Condalia microphylla* (piquillín), *Lycium chilense* (llaollín) y *Ephedra triandra* (tramontana). El estrato gramíneo-herbáceo, puede incluir a *Piptochaetium napostaense* (flechilla negra), *Nasella tenuis* (flechilla fina), *Nasella longiglumis* (flechilla grande), *Poa ligularis* (unquillo), *Jarava ichu* (paja blanca) y *Amelichloa brachychaeta* (pasto puna). Estas gramíneas también constituyen las comunidades de los pastizales de planicie, en los cuáles pueden también observarse especies arbustivas como *Discaria americana* (brusquilla), *Chuquiraga erinacea* (chilladora), y *Neltuna flexuosa* var. *depressa* (alpataco). En los médanos, el pastizal samófilo se caracteriza por la presencia de *Hydalis argentea* (olivillo), *Elyonurus muticus* (paja amarga), *Poa lanuginosa* (pasta hilo) y *Sporobolus cryptandrus* (gramilla cuarentona) (Cano et al., 1980; Cano 1998). En esta región, el manejo es predominantemente ganadero, complementado con pasturas implantadas de *Eragrostis curvula* (pasta llorón) y algunos cultivos anuales como trigo, cebada, avena, maíz y girasol (Cano 1988; Subsecretaría de Estadística y Censos de La Pampa, 2021). La vegetación típica de la ecoregión del Monte, es el arbustal o matorral xerófilo abierto dominado por *Larrea divaricata* (jarilla hembra) o *Larrea cuneifolia* (jarilla macho); acompañadas por otras especies arbustivas como *C. microphylla* (piquillín), *C. erinacea* (chilladora) y *Acantholippia seriphoides* (tomillo). Hacia el O, también aparecen *Montea aphylla* (mata sebo), *Atamisquea emarginata* (atamisque), *Brachyclados lycioides* (monte negro) y *Bredemeyera microphylla* (hualan). El estrato gramíneo-herbáceo incluye a *Setaria leucopila* (cola de corro), *Nasella tenuissima* (paja), *J. ichu* (paja blanca) y *Leptochloa crinita* (plumerito) (Cano et al., 1980; Cano 1988). Las actividades agropecuarias se

basan principalmente en la cría de ganado vacuno, y en menor medida la cría de ganado caprino, principalmente en los departamentos occidentales (Cano, 1988). Diseminadas en la provincia, y en pequeñas superficies, hay plantaciones y cortinas forestales con especies de los géneros *Eucalyptus* (eucaliptos), *Pinus* (pinos) y *Populus* (álamos) (Menéndez y Rocca, 2006).

Para este estudio se analizaron los registros de la Dirección de Defensa Civil de la Provincia de La Pampa, que incluyen los incendios ocurridos entre los meses de noviembre y marzo de aquí en más referida como temporada de incendios) en el período comprendido entre 2005 y 2017. Para cada evento se contó con la siguiente información: localización (departamento de ocurrencia), fecha y causa según sea esta natural (ej.: rayos), antrópica o desconocida, superficie (cantidad de hectáreas quemadas) y porcentaje de los diferentes tipos de vegetación afectados, clasificados en bosque nativo (caldenal), arbustal (jarillal, matorral), pastizal (de planicie, de médano o samófilo) y otros (bosque implantado o plantación forestal, cultivos u otros tipos no incluidos en los anteriores). Cabe aclarar que el marco normativo vigente (Ley Provincial N° 1354 y su decreto reglamentario N° 1925/00) en el ámbito de la Provincia de La Pampa, permite la realización de quemas prescriptas bajo condiciones específicas y fiscalizadas por la autoridad de aplicación. Por ello, las quemas autorizadas no fueron incluidas en este trabajo; pero sí se contabilizaron bajo causas antrópicas a los incendios accidentales, a los originados por negligencia durante la realización de quemas prescriptas (ej.: impericia de los responsables, condiciones meteorológicas inadecuadas) y, también, a aquellos resultantes de la utilización del fuego sin autorización para la quema de pasturas o vegetación leñosa.

Para los valores anuales de precipitación durante el período de estudio se utilizaron los datos de la Administración Provincial del Agua (2023) para la localidad cabecera de Departamento; con la excepción del Dpto. Limay Mahuida para el que se utilizaron registros de La Reforma (serie de datos más completa) y de Utracán cuyos registros corresponden a la Estación Meteorológica del Campo Anexo INTA-Chacharramendi (Lucas Butti 2023, com. pers.). Se realizó un análisis de la información referente a las áreas afectadas por incendios, cuantificando las superficies y tipos de cobertura para toda la provincia y discriminado por departamento. Los promedios se expresan como media  $\pm$  error estándar.

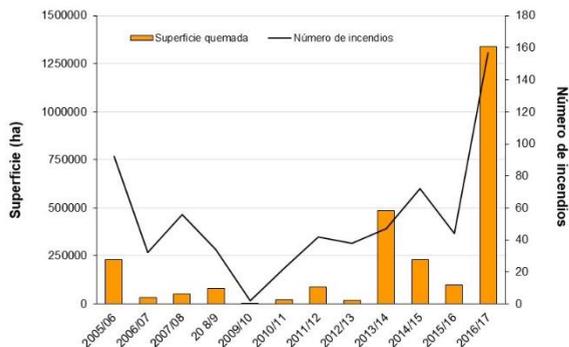
## RESULTADOS

Los registros mostraron que, entre noviembre de 2005 y marzo de 2017 ocurrió un total de 638 incendios, que quemaron 2.675.875 ha en la provincia de La Pampa. Es decir que, durante las 12 temporadas de incendios (noviembre-marzo) que abarcó el período de estudio se quemó una superficie equivalente al 18,7 % de la provincia. El área quemada anual promedio por temporada alcanzó un valor de 222.332 ( $\pm$  109.014) hectáreas por temporada; lo que representó el 1,55 % ( $\pm$  0,76) de la superficie de la provincia. Como se observa en la Figura 2, de la totalidad de las hectáreas quemadas entre 2005-2017, la mitad correspondió a la temporada 2016/17 con una superficie afectada que alcanzó un máximo de 1.337.170 ha (superficie equivalente al 9,32 % de la provincia), seguido por la temporada 2013/14 con 486.367 ha (3,39 %), 2014/15 con 231.078 ha (1,61 %) y 2005/06 con 228.865 has (1,60 %). En las restantes ocho temporadas, las superficies quemadas no superaron las 100.000 ha, representando menos del 3 % de la superficie de la provincial.

La cantidad de incendios alcanzó un valor máximo de 157 eventos durante la temporada 2016/2017, mientras que el mínimo se registró en la temporada 2009/2010 con sólo 2 incendios (Figura 2). El promedio general para el período 2005-2017 fue de 53 incendios/temporada, con una superficie promedio de 2924 ( $\pm$  934) ha por incendio por temporada.

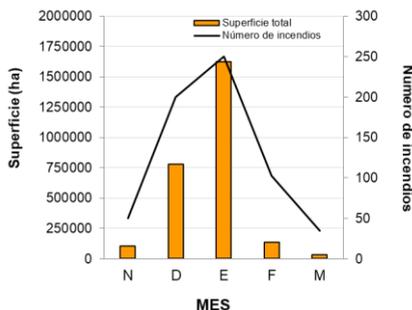
Al analizar la distribución mensual de los incendios durante la temporada de incendios, que se inicia a fines de la primavera (noviembre) y finaliza con el verano (marzo) se observó que la mayor ocurrencia de eventos (250) se registró en enero, con una superficie promedio de 6499  $\pm$  1565 ha por incendio. Estos eventos representaron el 60,5 % del área total quemada entre 2005 y 2017 (Figura 3). Asimismo, en diciembre, el número de incendios también fue elevado (200); representando el 29 % de la superficie total quemada. Sin embargo, en diciembre, los eventos fueron

de menor tamaño, con un área promedio  $3897 \pm 815$  ha. Mientras que, en noviembre, febrero y marzo se observó un número menor de incendios (188) y superficie quemada, que sólo alcanzó el 10,5 % del área total (Figura 3).



**Figura 2.** Superficie quemada total (barras) y número de incendios forestales (línea) según temporada de incendios (noviembre a marzo) en la Provincia de La Pampa, Período 2005-2017.

**Figure 2.** Total burned area (bars) and number of wildfires (line) by fire-season (November thru March) in the Province of La Pampa, Period 2005-2017.



**Figura 3.** Distribución mensual del número total de incendios forestales (línea) y superficie total quemada entre noviembre y marzo (temporada de incendios) en la Provincia de La Pampa, Período 2005-2017.

**Figure 3.** Monthly distribution of the total number of wildfires (line) and burned total area between November and March (fire-season) in the Province of La Pampa, Period 2005-2017.

Al analizar los incendios por superficie de área quemada (Tabla 1) se observó que el 85% fueron menores a 5000 ha, y en total significaron el 19 % de la superficie total quemada; mientras que los incendios de 5000 a 9000 ha y de 10.000 a 15.000 ha representaron, respectivamente, el 11 % y 7 % del área quemada. En contraste, los 36 incendios mayores a 15.000 ha totalizaron el 63 % de la superficie afectada durante el período de estudio.

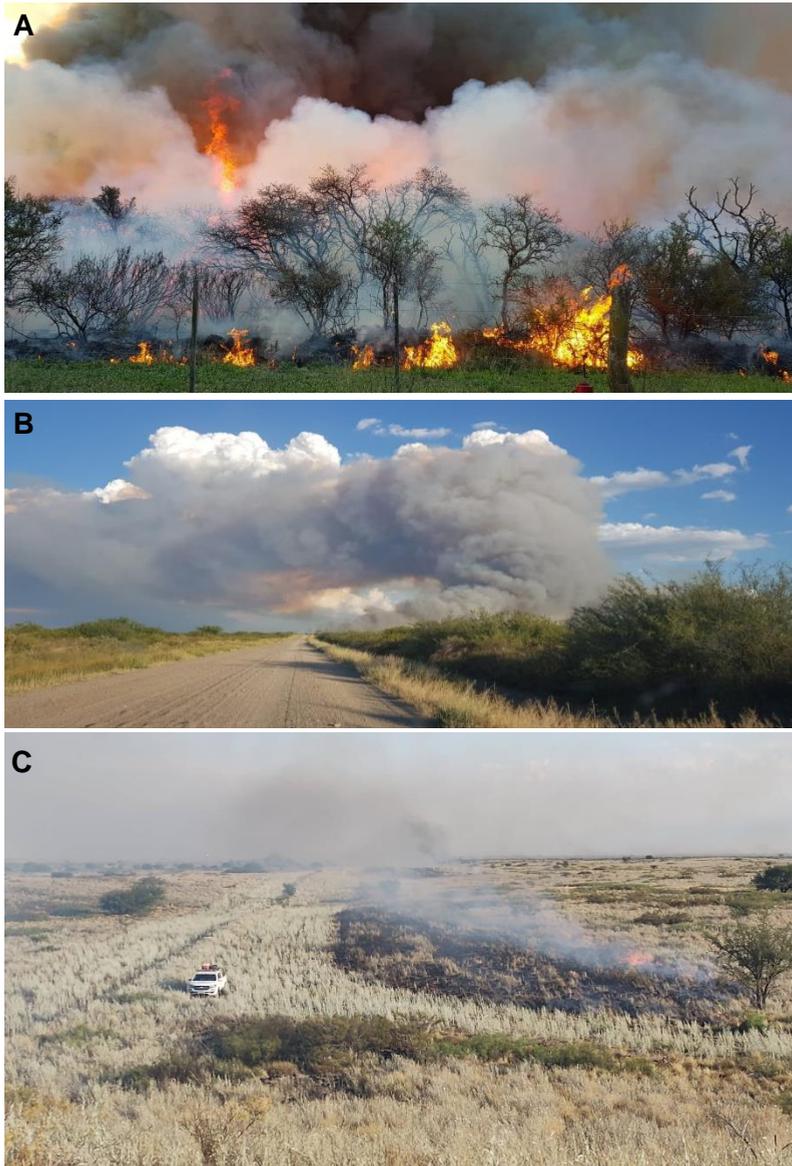
Clase de tamaño (ha)	Número total de incendios	Porcentaje del total de incendios	Superficie promedio quemada por incendio (ha)
0 a 4.999 ha	540	84,6	937,8 ± 46,9
5.000 a 9.999 ha	46	7,2	6.615,2 ± 188,2
10.000 a 15.000 ha	16	2,5	11.697,5 ± 331,5
> a 15.000 ha	36	5,6	46.805,8 ± 9.366,9

**Tabla 1.** Número de incendios forestales, porcentaje del total y superficie promedio quemada (± EE) por incendio según categoría de área quemada en la Provincia de La Pampa, Período 2005-2017.

**Table 1.** Number of wildfires, percentage of the total number and average burned area (± EE) per fire according to burned size class in the Province of La Pampa, Period 2005-2017.

Durante el período 2005-2017, el 72 % de los incendios fue originado por causas naturales, principalmente, por la caída de rayos durante las tormentas eléctricas; mientras que el 21 % correspondió a causas antrópicas, y el restante 7 % fueron de origen desconocido. El análisis de los

tipos de vegetación afectados en el período 2005-2017 mostró que 36 % (961.417 ha) de los incendios ocurrió en bosque nativo (Figura 4A), 34 % (901.087 ha) en arbustales (Figura 4B), 27 % (718.486 ha) en pastizales (Figura 4C) y sólo 3 % (77.706 ha) en otros tipos de vegetación, de los cuales una superficie menor fue en bosques implantados (1289 ha).



**Figura 4.** Incendios en (A) bosque nativo en Departamento Rancul, (B) arbustal en Departamento Lihuel Calel y (C) pastizal en Departamento Conhelo, Provincia de La Pampa. Fotografías: M. Mosiejchuck

**Figure 4.** Fires in (A) native forest in Rancul Department, (B) shrubland in Lihuel Calel Department, and (C) grassland in Conhelo Department, Province of La Pampa.

Durante el período de estudio, 17 de los 22 departamentos de la provincia registraron al menos un incendio (Tabla 2). En cantidad de incendios se destacaron Utracán y Chalileo, con más de 100 eventos, seguidos por Loventué, Toay, Caleu Caleu y Lihué Calel con valores intermedios entre 44 y 88 incendios. En tanto, en los restantes once departamentos el total de incendios fue marcadamente menor ( $\leq 33$ ) a lo largo del período 2005-2017. Los departamentos del NE (Chapaleufú, Maracó, Quemú Quemú, Realicó y Trenel) no registraron incendios durante el período de estudio.

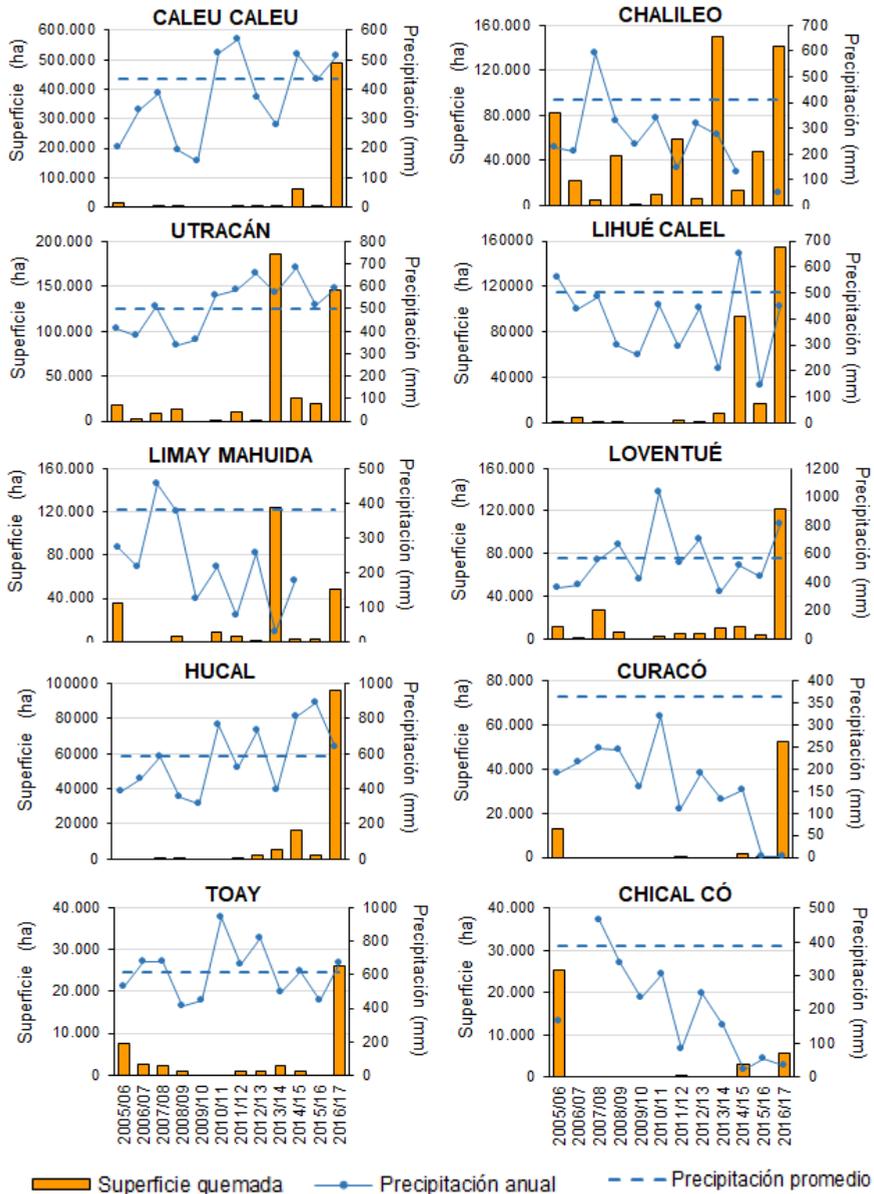
**Tabla 2.** Superficie total afectada por incendios (en has y %), número total de incendios, superficie promedio por incendio, superficie y temporada del mayor incendio registrado, porcentaje de tipo de vegetación afectada (B=bosque nativo, A= arbustal; P=pastizal; O=otros tipos incluyendo bosques implantados, cultivos, etc) según Departamento de la Provincia de La Pampa para el período 2005-2017.

**Table 2.** Total area affected by fires (in hectares and %), total number of fires, average area per fire (hectares), area (hectares) and season of the largest recorded fire, percentage of type of vegetation affected (B: native forest, A: shrubland; P: grassland; O: others including planted forests, crops, etc.) by Department of the Province of La Pampa for the period 2005-2017.

Departamento	Superficie Dpto (ha)	Superficie afectada (ha)	Superficie afectada (% del Dpto)	Nro total de incendios	Superficie promedio incendio (ha)	Superficie máxima incendio		Tipo de vegetación afectada (%)			
						(ha)	Temporada	B	A	P	O
Caleu Caleu	907.800	586.014,0	64,6	44	13.318,5	491.036,0	2016/17	68	20	12	0
Chalileo	891.700	578.828,0	64,9	112	5.168,1	149.678,0	2013/14	7	24	66	0
Utracán	1.296.700	429.703,0	33,1	117	3.672,7	145.441,0	2016/17	59	41	0	0
Lihuel Calel	1.246.000	284.903,0	22,9	45	6.331,2	155.038,0	2016/17	58	42	0	0
Limay Mahuida	998.500	232.435,0	23,3	21	11.068,3	124.869,0	2013/14	3	23	63	11
Loventué	923.500	203.872,0	22,1	88	2.290,7	121.554,0	2016/17	75	10	15	0
Hucal	604.700	123.826,0	20,5	33	3.752,3	96.192,0	2016/17	62	15	22	1
Curacó	1.312.500	67.277,0	5,1	13	5.175,1	52.367,0	2016/17	0	94	6	0
Toay	509.200	45.161,0	8,9	60	752,7	26.139,0	2016/17	81	9	3	7
Chical Co	911.700	28.960,0	3,2	24	1.206,7	25.460,0	2005/06	0	87	13	0
Guatraché	352.500	14.605,0	4,1	7	2.086,4	7.430,0	2016/17	99	0	1	0
Conhelo	505.200	14.411,0	2,9	18	800,6	8.396,0	2016/17	70	0	10	20
Puelén	1.316.000	14.320,0	1,1	2	1.432,0	14.120,0	2005/06	0	89	11	0
Rancul	493.300	5.443,0	1,1	5	1.088,6	3.850,0	2005/06	100	0	0	0
Atreucó	358.000	4.222,0	1,2	8	527,8	1.481,0	2016/17	77	0	23	0
Capital	252.500	2.124,0	0,8	30	70,8	920,0	2016/17	24	0	53	23
Catriló	255.500	190,0	0,1	1	190,0	190,0	2010/11	0	0	0	100
Chapaleufú	257.000	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Maracó	255.500	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Quemú Quemú	255.700	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Realicó	245.000	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Trenel	195.500	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-

En lo que respecta al área quemada, los Departamentos Caleu Caleu y Chalileo fueron los más afectados (Tabla 2). En Caleu Caleu los incendios fueron de grandes dimensiones y ocurrieron principalmente en bosque nativo en la temporada 2016/17, cuando se quemó el 84 % del área total (Figura 5). En tanto, en el Departamento Chalileo hubo más incendios de menor superficie, que ocurrieron sobre todo en pastizales, y se concentraron en las temporadas 2013/14 y 2016/17 (Figura 5). Les siguió en importancia el Departamento Utracán, dónde 331.106 ha (77 % del total) se quemaron en las temporadas 2013/14 y 2016/17 (Figura 5). Los incendios en estos tres Departamentos quemaron 1.594.545 ha, lo que representó el 60 % del área quemada en La Pampa durante el período de estudio (Tabla 2).

En orden de importancia, siguió el Departamento Lihuel Calel dónde el 54 % de la superficie quemada, que incluyó bosques y jarillales, correspondió a la temporada 2016/17 (Tabla 2; Fig. 5).



**Figura 5.** Superficie afectada (en hectáreas) por incendios forestales por temporada alta y precipitación anual para los departamentos Caleu Caleu (La Adela), Chalileo (Santa Isabel), Utracán (Chacharramendi), Lihué Calel (Cuchillo Có), Limay Mahuida (La Reforma), Loventué (Victorica), Hucal (Bernasconi), Curacó (Puelches), Toay (Toay), Chical Có (Algarrobo del Águila), La Pampa, 2005-2017. Las precipitaciones corresponden al año calendario de inicio de la temporada, entre paréntesis se indica la localidad.

**Figure 5.** Area affected (in hectares) by wildfires according to fire season and annual precipitation for the Departments Caleu Caleu (La Adela), Chalileo (Santa Isabel), Utracán (Chacharramendi), Lihué Calel (Cuchillo Có), Limay Mahuida (La Reforma), Loventué (Victorica), Hucal (Bernasconi), Curacó (Puelches), Toay (Toay), Chical Có (Algarrobo del Águila), La Pampa, 2005-2017. Rainfall data corresponds to the calendar year of the beginning of the season, location is indicated in parentheses.

En el Departamento Limay Mahuida, se quemaron principalmente los pastizales durante la temporada 2013/14 (Figura 5). En Loventué y Hucal, se quemó principalmente el bosque de caldén (Tabla 2) con el máximo de superficie afectada en la temporada 2016/17 (Figura 5). En conjunto, los departamentos Lihuel Calel, Limay Mahuida, Loventué y Hucal tuvieron 187 incendios que afectaron aproximadamente 20-23 % de la superficie de cada jurisdicción, totalizando 845.036 ha de bosque, arbustal y pastizal quemadas (Tabla 2).

En los departamentos Toay, Curacó y Chical C6, la cantidad de incendios y superficie quemada fueron menores a las observadas en los anteriores Departamentos (Tabla 2). En el Departamento Toay, ubicado en el Espinal, la mayor superficie afectada correspondió al bosque nativo durante la temporada 2016/17. En tanto, en los Departamentos Curacó y Chicalc6, ambos en la ecorregión del Monte, se quemaron principalmente los jarillales con picos en 2016/17 y 2005/06 respectivamente (Fig. 5). En los restantes Departamentos Guatraché, Atreuc6, Capital, Catril6, Conhelo, Rancul y Puelén, el área afectada fue inferior a las 15.000 ha por jurisdicción durante el período de estudio. Por último, no se registraron eventos en el sector nororiental de la provincia (Dptos. Chapaleufú, Marac6, Quemú Quemú, Realic6 y Trenel).

## DISCUSIÓN

La variabilidad tanto interanual como espacial en la ocurrencia de incendios durante el período de estudio parece indicar la influencia de las precipitaciones, la vegetación y el manejo, lo cual concuerda con Estelrich et al. (2022). Por ejemplo, en el Departamento Caleu Caleu, casi la mitad de la superficie está dominada por un caldenal abierto a denso, mientras que en el resto dominan arbustales y pastizales samm6filos (Cano et al., 1980; Menendez y La Rocca, 2006; Roberto & Carreño, 2018). En estas comunidades, la cobertura de gramíneas puede ser particularmente alta, especialmente en sitios sobrepastoreados, donde la dominancia de las gramíneas no forrajeras (pajas) incrementa la cantidad y continuidad de combustibles finos en el ecosistema (Estelrich et al., 2021). Tal como se observa en la Figura 5, en Caleu Caleu, se registraron varios años de precipitaciones superiores al promedio que, combinados con una baja ocurrencia de incendios entre 2006 y 2014, probablemente causaron mayor acumulación de combustibles en los estratos arb6reo, arbustivo y graminoso-herbáceo, e incluso sobre la superficie del suelo), generando las condiciones propicias para la ignición y propagación de los grandes incendios que ocurrieron en la temporada 2016/17. Durante esta misma temporada, los eventos también adquirieron dimensiones extraordinarias en Departamento Lihuel Calel, ubicado al Este (Tabla 2). En esta jurisdicción, ubicada en la transición entre el Espinal y el Monte, los bosques y arbustales son densos y muy lignificados (Cano et al., 1980; Cock, 2010; Roberto y Carreño, 2018). La Figura 5 permite observar que durante las primeras 9 temporadas del estudio sólo se quemaron 18.498 ha (6,5 % de la superficie total), lo que habría aumentado la disponibilidad de combustibles para los incendios que quemaron alrededor de 266.000 ha entre 2014 y 2017.

El efecto del incremento de la carga de combustible asociada a los años húmedos (Estelrich y Castaldo, 2014) combinado con una baja ocurrencia de incendios antes de 2013, parecería haber favorecido los incendios que quemaron alrededor de 331.000 ha de caldenales y arbustales del Departamento Utracán durante las temporadas 2013/14 y 2016/17 (Figura 5). De manera similar, se podría explicar lo observado en los Departamentos Loventué, Hucal y Toay, durante la temporada 2016/17 (Figura 5). En estas jurisdicciones, las superficies afectadas durante esta última temporada constituyeron, respectivamente, el 60, 78 y 59 % respecto del total quemado. La menor extensión afectada en el Departamento Toay, podría ser el resultado de la mayor concentración de actividades antrópicas ej.: cultivos) que reducen la carga de combustibles y generan discontinuidades (ej.: caminos, picadas cortafuegos) que limitan la expansión del fuego. Otro factor que puede jugar un rol preponderante sería la facilidad de acceso para el combate por parte de los brigadistas.

El Departamento Chalileo, segundo en relevancia respecto del área quemada (Tabla 2), presentó un patrón levemente diferente (Figura 5). En Chalileo la vegetación incluye pastizales samófilos con buena cobertura de gramíneas intermedias y bajas (hasta 0,80 m de altura), pastizales de planicie con árboles y arbustos dispersos, y también, jarillales densos (Cano et al., 1980; Roberto & Carreño, 2018). En condición regular, la productividad anual de estos ambientes, puede variar de 1400 a 2000 kg de materia seca.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> en sitios de condición regular a 4000 kgMS.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> en sitios de condición en buena (Frank y Llorens, 1990). Esta disponibilidad anual de combustibles finos, sumada a condiciones más secas durante el período de estudio (con la excepción de 2007, las precipitaciones anuales fueron inferiores al promedio) podrían explicar los frecuentes incendios que ocurrieron predominantemente en pastizales y arbustales (Figura 5, Tabla 2). Cabe señalar que los incendios, en promedio no superaron las 5200 ha (Tabla 2) lo que sugiere que la expansión del fuego habría estado limitada por la discontinuidad horizontal en la carga de combustibles, producto de los incendios superficiales (Figura 5) y también de la menor altura de la vegetación que permite el rápido acceso de los brigadistas y facilita las acciones de extinción y/o prevención.

En el Departamento Limay Mahuida, el quinto en superficie afectada, el 75 % de la superficie afectada se quemó durante las temporadas 2013/14 y 2016/17 los incendios presentando similitudes a lo observado para el Departamento Utracán ubicado al Este (Tabla 2). En tanto, en los Departamentos Curacó y Chicalcó, se quemaron mayormente los jarillales (Tabla 2), comunidad dominante caracterizada por arbustos hasta 2 m de altura y un estrato gramíneo bajo que alterna con suelo desnudo (Cano et. al 1980). En estos ambientes, las escasas precipitaciones (Figura 5) podrían haber disminuido aún más la naturalmente baja productividad de fitomasa (Frank y Llorens, 1990). En consecuencia, tanto la discontinuidad superficial como la menor acumulación de material combustible parecerían estar explicando la menor superficie quemada a lo largo del período de estudio (Tabla 2).

Los incendios registrados en los restantes Departamentos fueron menos y de menores extensiones. En Guatraché, Atreucó, Capital y Catriló, esto puede atribuirse a una menor carga de combustibles producto de la reducida superficie ocupada por vegetación nativa (<15 %) y también la cercanía a centros urbanos, lo que mejora la detección y supresión de los incendios. En tanto, en los Departamentos Conhelo y Rancul, el bosque nativo ocupa aproximadamente el 30 % de la superficie, pero se encuentra muy fragmentado en una matriz agrícola (Menéndez y La Rocca, 2006), lo que resultaría en una distribución discontinua de los combustibles y limitaría la expansión de los incendios. Por último, queda mencionar el Departamento Puelén, ubicado en el SO de la provincia y dominado casi su totalidad (96 %) por arbustales abiertos a muy abiertos, con escasa vegetación gramínea y alta proporción de suelo desnudo (Roberto y Carreño 2018). La baja acumulación de fitomasa resultante de las condiciones de aridez (Frank y Llorens, 1990) no sería propicia para el fuego, lo que queda evidenciado por la menor ocurrencia de eventos (Tabla 2). Por último, en los departamentos del NE (Chapaleufú, Maracó, Quemú Quemú, Realicó y Trenel; Tabla 2) la alta superficie implantada con cultivos anuales y la mayor concentración de centros urbanos y redes viales (Roberto y Carreño, 2018) crean un mosaico fragmentado de comunidades menos inflamables que explican la ausencia de incendios.

En resumen, entre 2005 y 2017, la superficie quemada en la Provincia de La Pampa mostró una alta variabilidad anual, con cuatro temporadas por encima del promedio (2016/17 > 2013/14 > 2014/15 > 2005/06; Figura 2). Entre estas, se destacaron 2016/17 y 2013/14, con alrededor de 1.800.000 has quemadas (13 % de la superficie de la provincia). De este estudio se desprende que la ocurrencia de eventos en el territorio provincial es heterogénea y está influenciada por varios factores.

Por un lado, se deben considerar las condiciones de ignición ya que la mayoría de los incendios entre 2005 y 2017 fueron originados naturalmente durante las tormentas eléctricas. Por tanto, la probabilidad de que la caída de rayos inicie un incendio dependerá de la carga y humedad del combustible disponible, así como también de la cantidad de precipitaciones asociadas a la tormenta que determinará si el foco se apaga o no (Ganteaume y Syphard, 2018). No obstante,

aproximadamente el 30 % de los incidentes son provocados por causas antrópicas o desconocidas, por lo que es importante realizar acciones rurales de concientización, prevención y preparación previas a la temporada alta de incendios para reducir los eventos de origen no natural.

Por otro lado, la vegetación juega un rol fundamental determinando la cantidad, calidad y distribución tanto vertical como espacial de los combustibles que van a ser consumidos por el fuego (Cock, 2010; Kunst et al., 2003, Whelan, 1995). Los incendios forestales ocurrieron en comunidades muy heterogéneas de bosque de caldén, arbustal y pastizales. En el caldenal, se pueden identificar 2-3 estratos de leñosas y un estrato graminoso-herbáceo que determinan una combinación de combustibles gruesos (diámetro >5 cm), medianos (diámetro 0,6-5 cm) y finos (diámetro <0,6 cm) que varían con la composición específica y la historia de manejo (Estelrich et al., 2021; Ré, 2011). Por ejemplo, en sitios con larga historia de sobrepastoreo y malas prácticas de manejo, el estrato inferior está comúnmente dominado por gramíneas cespitosas no forrajeras y los estratos arbóreo y arbustivo pueden ser densos a cerrados; lo que resulta en una acumulación excesiva y continua de combustibles en forma vertical y horizontal, aumentando la probabilidad de ocurrencia de incendios (Estelrich et al., 2021; Llorens y Frank, 2003). En los arbustales, adquieren mayor relevancia los combustibles medios (arbustos) y finos (gramíneas); mientras que en los pastizales prevalecen los combustibles finos (Cock, 2011; Llorens y Frank, 1990). Esta presencia de combustibles finos y medios en los ecosistemas pampeanos es relevante dada su importancia para el inicio y la propagación superficial del fuego, especialmente cuando su contenido de humedad es bajo (como ocurre durante el verano), lo que facilita su ignición (Bianchi et al., 2014; Kunst et, 2003; Kunst et al., 2014; Ré 2011). Asimismo, la productividad de las gramíneas presenta una marcada relación con las precipitaciones (Estelrich y Castaldo, 2014; Estelrich et al., 2022) por lo que, los años más lluviosos favorecerían la producción y acumulación de combustibles finos, contribuyendo a aumentar el peligro de incendios, especialmente cuando los períodos húmedos son seguidos por períodos secos prolongados (Pilliod et al., 2017).

Por ello, es relevante tener en cuenta las condiciones atmosféricas de altas temperaturas y fuertes vientos que ocurren durante la temporada de incendios en La Pampa, y que son propicias para el desecamiento de la fitomasa. Esto explicaría la mayor ocurrencia de incendios en la época estival, especialmente en el mes de enero. Asimismo, podrían explicar el pico de incendios ocurrido durante la temporada 2016/17, cuando la circulación atmosférica favoreció la entrada de aire cálido, cuya persistencia originó varios eventos de ola de calor en la zona central del país, con temperaturas máxima media y máxima absoluta que, en La Pampa, superaron los 32 °C y 36 °C, respectivamente, durante el mes de enero (Servicio Meteorológico Nacional, 2017a). Esto fue acompañado por un período de marcado déficit hídrico en el territorio de la provincia, con precipitaciones inferiores a lo normal durante todo el verano (Servicio Meteorológico Nacional, 2017b). Los mayores déficits se observaron en el centro-oeste y sur de la provincia. Por ejemplo, en el Departamento Chalileo (el segundo más quemado), los registros de lluvias mostraron que no ocurrieron precipitaciones entre diciembre-febrero, durante el pico de la temporada alta de incendios lo que resultó en un déficit de 197 mm con respecto al valor normal para el verano; mientras que una situación similar ocurrió en el Departamento Utracán (el tercero más quemado) donde se registró un déficit de 158 mm con respecto al valor promedio estival que alcanza aproximadamente 265 mm (Servicio Meteorológico Nacional 2017b). Condiciones de marcado déficit de precipitaciones y temperaturas más cálidas que lo normal, también ocurrieron durante la temporada 2013/14 (la segunda más importante del período de estudio), con temperaturas máximas absolutas que superaron los 42 °C en el centro-oeste del país y registraron un máximo de 44,9 °C en el Departamento Capital (Servicio Meteorológico Nacional, 2014).

Por lo tanto, la caída de rayos durante el verano asociada a condiciones de altas temperaturas, el déficit hídrico que disminuye la humedad de los combustibles, los vientos con velocidades extremas y la marcada acumulación de combustibles habrían tenido un efecto sinérgico que explicarían los grandes incendios observados de las temporadas 2016/17 y, en menor medida, en 2013/14. Asimismo, los incendios de gran magnitud tienen la capacidad de generar enormes

cantidades de calor lo que contribuye al mayor desecamiento e ignición de la vegetación circundante, facilitando su propagación y dificultando las tareas de control y extinción (Pausas y Keeley, 2021) tal como ocurrió en 20016/17. No se puede dejar de mencionar que las predicciones de cambio climático para nuestro país contemplan que la temperatura aumente entre 0,5 °C y 1 °C hacia 2040 y que existe una tendencia a que inviernos más moderados y veranos más prolongados y con mayor ocurrencia de olas de calor (Camilloni, 2018). Estos cambios podrían favorecer la ignición y propagación de los incendios forestales cuando los veranos estén precedidos por condiciones antecedentes húmedas que favorezcan la acumulación de combustibles (Crimmins & Comrie 2004; Hernández Ayala et al., 2021).

## CONCLUSIONES

El presente estudio mostró que la distribución espacial y temporal de los incendios es muy variable y resulta de una compleja interacción entre las condiciones atmosféricas que determinan la ignición (ej.: tormentas eléctricas), las precipitaciones antecedentes que determinan la carga de combustibles y la temperatura y los vientos que determinan el contenido de humedad e inflamabilidad de los mismos. A esto se asocian otros factores que modifican la intensidad del fuego, como la vegetación y las actividades antrópicas que tienden a favorecer (ej.: mal manejo del pastoreo) o reducir (ej.: picadas cortafuegos, cultivos) la propagación de los incendios. Como resultado, es esperable que todos los años ocurran incendios en la Provincia de La Pampa, especialmente durante el verano cuando las condiciones son más propicias para la desecación de los combustibles.

Es destacable que la mayoría de los eventos registrados entre 2005 y 2017 no superaron las 5000 ha de extensión; evidenciando el accionar de los brigadistas forestales y también la eficacia de las tareas de prevención. No obstante, es esperable que bajo condiciones extremas como las ocurridas en 20016/17, se puedan originar incendios que sobrepasen la capacidad local de respuesta por lo que los incendios de grandes dimensiones deben ser contemplados en las etapas de planificación y preparación por parte de organismos responsables de la gestión de reducción de riesgos. Se deben enfatizar las acciones de prevención tendientes a concientizar sobre la importancia de reducir la cantidad de combustibles (ej.: mediante quemas prescriptas) y promover su discontinuidad (ej.: mediante picadas cortafuegos) para evitar los eventos de grandes dimensiones. Este trabajo también muestra la importancia de contar con registros a largo plazo para optimizar la gestión del riesgo de incendios forestales a nivel provincial y nacional.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección de Defensa Civil-Gobierno de La Pampa por los registros de datos de incendios, al Dr. Pablo Dornes (FCEyN-UNLPam) y al Ing. Lucas Butti (INTA-Chacharramendi) por los datos meteorológicos y a los revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias. Este trabajo es dedicado a la memoria de Carlos M. Mosiejchuk quien fuera coordinador regional del Sistema Nacional del Manejo del Fuego. El estudio fue parcialmente financiado por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNLPam.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Administración Provincial del Agua (2023). Datos de Lluvias Históricas de la Provincia de La Pampa. <https://apa.lapampa.gob.ar/datos-de-lluvia.html>
- Argañaraz, J. P. (2016). Dinámica espacial del fuego en las Sierras de Córdoba. [Tesis de Doctorado] Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. [https://www.researchgate.net/profile/Juan-Arganaraz-2/publication/301635295\\_Dinamica\\_espacial\\_del\\_fuego\\_en\\_las\\_Sierras\\_de\\_Cordoba/links/5711f1ccc08aead26e71a953a/Dinamica-espacial-del-fuego-en-las-Sierras-de-Cordoba.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Juan-Arganaraz-2/publication/301635295_Dinamica_espacial_del_fuego_en_las_Sierras_de_Cordoba/links/5711f1ccc08aead26e71a953a/Dinamica-espacial-del-fuego-en-las-Sierras-de-Cordoba.pdf)
- Archibald, S., Lehmann, C. E., Belcher, C. M., Bond, W. J., Bradstock, R. A., Daniiau, A. L., & Zanne, A. E. (2018). Biological and geophysical feedbacks with fire in the Earth system. *Environmental Research Letters*, 13(3), 033003.

- Bianchi, L., Defossé, G., Dentoni, M., Kunst, C., Ledesma, R., & Bravo, S. (2014). Dinámica de la humedad de los combustibles y su relación con la ecología y el manejo de fuego en la región chaqueña occidental (Argentina) I: conceptos básicos. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 40(2), 154-164.
- Bond, W. J., & Keeley, J. E. (2005). Fire as a global 'herbivore': the ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(7), 387-394.
- Bóo, R. M. (1990). Algunos aspectos a considerar en el empleo del fuego. *Revista Facultad de Agronomía*, 15(1), 63-80.
- Bowman, D. M., Balch, J. K., Artaxo, P., Bond, W. J., Carlson, J. M., Cochrane, M. A. & Pyne, S. J. (2009). Fire in the Earth system. *Science*, 324(5926), 481-484.
- Bradley, B. A., Curtis, C. A., Fusco, E. J., Abatzoglou, J. T., Balch, J. K., Dadashi, S., & Tuanmu, M. N. (2018). Cheatgrass (*Bromus tectorum*) distribution in the intermountain Western United States and its relationship to fire frequency, seasonality, and ignitions. *Biological Invasions*, 20, 1493-1506.
- Bradstock, R. A. (2010). A biogeographic model of fire regimes in Australia: current and future implications. *Global Ecology and Biogeography*, 19(2), 145-158.
- Brown, J. K., & Smith, J. K. (2000). Wildland fire in ecosystems: effects of fire on flora. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol. 2. Ogden, UT: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 257 p., 42.
- Brown, A. D., & Malizia, L. R. (2004). Las selvas pedemontanas de las Yungas. *Ciencia hoy*, 14(83), 52-63.
- Burkart, R., Bárbaro, N., Sánchez, R. O., & Gómez, D. A. (1999). Ecorregiones de la Argentina. Administración de Parques Nacionales y Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Argentina: Buenos Aires. Ecol. Eng. 43.
- Camilloni, I. A. (2018). Argentina y el cambio climático. *Ciencia e Investigación*, 68(5), 1-6.
- Cano, E., Casagrande, H. A., Conti, B., Fernández, R., Hevia, J. C., Lea Plaza, D., & Montes y Peña Zubiato, C. A. (1980). Inventario integrado de los recursos naturales de la Provincia de La Pampa. Clima, geomorfología, suelo y vegetación. INTA-Gobierno de La Pampa-UNLPam. Santa Rosa.
- Cano, E. (1988). Pastizales naturales de La Pampa. Descripción de las especies más importantes. Tomo I. Convenio AACREA: Provincia de La Pampa, Argentina.
- Cock, M. C. (2010). Efecto del pastoreo vacuno sobre cargas de combustible para fuegos en áreas del monte de la provincia de La Pampa [Tesis de grado Universidad Nacional de La Pampa] <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/2112>
- Crimmins, M. A., & Comrie, A. C. (2004). Interactions between antecedent climate and wildfire variability across south-eastern Arizona. *International Journal of Wildland Fire*, 13(4), 455-466.
- Dall'Armellina, M., & Fernández Bussy, J. (2010). El riesgo de desastres en la planificación del territorio: primer avance (No. E14/34; CD 62). Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, Buenos Aires (Argentina) Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Programa Nacional de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres y Desarrollo Territorial (PNUD-ARG 05/020).
- de Torres Curth, M. I., Ghermandi, L., & Pfister, G. (2008). Los incendios en el noroeste de la Patagonia: su relación con las condiciones meteorológicas y la presión antrópica a lo largo de 20 años. *Ecología austral*, 18(2), 153-167.
- Defossé, G. E., Godoy, M. M., Bianchi, L. O., Lederer, N. S., Kunst, C., & Leblon, B. (2015). *Fire history, fire ecology and management in Argentine Patagonia: from ancient times to nowadays*. Current international perspectives on wildland fires, mankind and the environment, 177-210.
- Estelrich, H. D., Chirino, C. C., Morici, E. F., & Fernández, B. (2005). *Dinámica de áreas naturales cubiertas por bosque y pastizal en la región semiárida central de Argentina-Modelo Conceptual. Heterogeneidad de la vegetación*. Libro homenaje a Rolando León En J. Paruelo, M. Oesterheld y M. Aguiar (Eds.). Facultad de Agronomía, UNLPam.
- Estelrich, H. D., & Castaldo, A. O. (2014). Receptividad y carga ganadera en distintas micro regiones de la provincia de La Pampa (Argentina) y su relación con las precipitaciones. *Semiárida*, 24(2), 7-19.
- Estelrich, H. D., Suárez, C. E. y Morici E. F. A. (2022). Capítulo 4. El fuego en áreas de bosque con pajonal y fachinales. En Estelrich, H. D. y Suárez C. E. (Eds). *El bosque de caldén un abordaje multidisciplinario para su manejo y conservación*, (pp. 71-83). EduUNLPam.
- Estelrich, H. D., Morici, E. F. A., Suárez, C. E., Ernst, R. D., Álvarez Redondo, M., López, G. E. (2021). Manejo sustentable del bosque: intervenciones sobre pajonales, renovales y fachinales en La Pampa. (Eds. Estelrich, H. D., Morici, E. F. A. y C. E. Suárez (Eds). *Ecología vegetal - FA UNLPam*. 1a ed - 40 p.
- Frank, E. O., & Llorens, E. M. (1990). Productividad de los pastizales naturales de la provincia de La Pampa. *Revista de la Facultad de Agronomía de la UNLPam.*, 5(1), 111-116.
- Ganteaume, A., & Syphard, A. D. (2018). *Ignition sources*. Encyclopedia of Wildfires and Wildland-Urban Interface (WUI) Fires, 1-17.
- Giorgis, M. A., Zeballos, S. R., Carbone, L., Zimmermann, H., von Wehrden, H., Aguilar, R., & Jaureguiberry, P. (2021). A review of fire effects across South American ecosystems: the role of climate and time since fire. *Fire Ecology*, 17, 1-20.

- Hernández Ayala, J. J., Mann, J., & Grosvenor, E. (2021). Antecedent rainfall, excessive vegetation growth and its relation to wildfire burned areas in California. *Earth and Space Science*, 8(9), e2020EA001624.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos –INDEC (2023). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022: resultados definitivos: indicadores demográficos por sexo y edad. 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires. [https://censo.gob.ar/wp-content/uploads/2023/11/censo2022\\_indicadores\\_demograficos.pdf](https://censo.gob.ar/wp-content/uploads/2023/11/censo2022_indicadores_demograficos.pdf)
- Keeley, J. E., & Pausas, J. G. (2022). Evolutionary ecology of fire. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 53, 203-225.
- Kennedy, P. L., & Fontaine, J. B. (2009). Synthesis of knowledge on the effects of fire and fire surrogates on wildlife in US dry forests. Oregon State University Special Report 1096.
- Kerns, B. K., Tortorelli, C., Day, M. A., Nietupski, T., Barros, A. M., Kim, J. B., & Krawchuk, M. A. (2020). Invasive grasses: A new perfect storm for forested ecosystems?. *Forest Ecology and Management*, 463, 117985.
- Kitzberger, T. (2003). Regímenes de fuego en el gradiente bosque-estepa del noroeste de Patagonia: variación espacial y tendencias temporales. En C. Kunst, Bravo S, Panigatti, J.L. (Eds). *El fuego en los ecosistemas argentinos* (pp. 79-92). Ediciones INTA.
- Kunst, C., & Rodríguez, N. (2003). Capítulo 17: Comportamiento del fuego: una introducción. En C. Kunst, Bravo S, Panigatti, J. L. (Eds). *El fuego en los ecosistemas argentinos* (pp. 189-197). Ediciones INTA.
- Kunst, C. R., Bravo, S., & Panigatti, J. L. (2003). Fuego en los ecosistemas argentinos. Ediciones INTA.
- Kunst, C. (2011). Ecología y uso del fuego en la región chaqueña Argentina. *Boletín informativo CIDEU*, (10), 81-105.
- Ley Provincial Nº 1354 (La Pampa) de Prevención y lucha contra incendios en zonas rurales. Boletín Oficial Provincia de La Pampa Nº 1.931, 13 de diciembre de 1991 y Decreto reglamentario Nº 1925/2000 de la Ley 1354. 22 de diciembre de 2000.
- Llorens E. M. & E.O. Frank. 2003. El fuego en la provincia de La Pampa. En C. Kunst, S. Bravo, J.L. Panigatti, (Eds). *El fuego en los ecosistemas argentinos* (pp. 259-269). Ediciones INTA.
- López, S., & Madariaga, M. C. (2021). Dinámica poblacional y la incidencia de incendios en la Comarca Andina del paralelo 42°. Comunicación Técnica Nº 262 EEA Bariloche, INTA. Series: Comunicaciones Técnicas.
- Carretero, E. M. (1995). Los incendios forestales en la Argentina. *Multequina*, (4), 105-114.
- Matteucci, S. D. (2012). Ecorregión pampa. Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos, 391-445. [https://www.researchgate.net/profile/Silvia-Matteucci-2/publication/268447997\\_Ecorregion\\_Pampa/links/54f608650cf2ca5efefadace9/Ecorregion-Pampa.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Silvia-Matteucci-2/publication/268447997_Ecorregion_Pampa/links/54f608650cf2ca5efefadace9/Ecorregion-Pampa.pdf)
- Medina, A., Kunst, C. R., Panigatti, J. L., & Bravo, S. (2003). Reconstrucción de historias de fuego en bosques mediante técnicas dendrocronológicas (133-143). *Fuego en los Ecosistemas Argentinos*. Ediciones INTA,
- Menéndez, J. L., & La Rocca, S. M. (2006). Primer inventario nacional de bosques nativos. Informe Regional Espinal. Segunda Etapa. Proyecto de Bosques Nativos y Áreas Protegidas, Proyecto de Bosques Nativos y Áreas Protegidas, Préstamo BIRF. [https://drm.lapampa.gob.ar/images/Archivos/Bosque\\_Calden/inventario\\_Forestal\\_del\\_Espinal.pdf](https://drm.lapampa.gob.ar/images/Archivos/Bosque_Calden/inventario_Forestal_del_Espinal.pdf)
- Murphy, B. P., Bradstock, R. A., Boer, M. M., Carter, J., Cary, G. J., Cochrane, M. A., & Bowman, D. M. (2013). Fire regimes of a ustralia: A pyrogeographic model system. *Journal of Biogeography*, 40(6), 1048-1058.
- Neary, D. G., Klopatek, C. C., DeBano, L. F., & Ffolliott, P. F. (1999). Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. *Forest ecology and management*, 122(1-2), 51-71.
- Pausas, J. G. (2020). Incendios forestales. Los libros de la Catarata. 124 pp.
- Pausas, J. G., & Keeley, J. E. (2021). Wildfires and global change. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 19(7), 387-395.
- Peláez, D. V., Bóo, R. M., & Mayor, M. D. (2003). *El fuego y la vegetación del sur del caldenal. Fuego en los ecosistemas argentinos* (71-79). Editorial INTA.
- Pilliod, D. S., Welty, J. L., & Arkle, R. S. (2017). Refining the cheatgrass–fire cycle in the Great Basin: Precipitation timing and fine fuel composition predict wildfire trends. *Ecology and Evolution*, 7(19), 8126-8151.
- Pinilla Vargas, D. K. (2016). Influencia del clima, la vegetación y el hombre sobre la frecuencia, intensidad y distribución de los incendios en Argentina (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Escuela para Graduados).
- Ré C. (2011). Contenido de humedad en *Prosopis caldenia*, *Schinus fasciculatus* y *Jarava ichu* en un caldenal de la zona centro de la Provincia de La Pampa. [Tesis para la obtención del título de grado de la carrera Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales]. UNLPam.
- Roberto, Z. E., & Carreño, L. V. (2018). *Estado actual del Bosque Nativo Pampeano: Tipos fisonómicos de vegetación*. Ediciones INTA Anguil.24 p.
- Sánchez, S., Zanvettor, R. E., Grilli, M. P., & Ravelo, A. C. (2021). Impacto de la sequía en los incendios forestales en las Sierras de Córdoba, Argentina. *RADA*, 12, 37-45
- Saucedo, G. I., Perucca, A. R., & Kurtz, D. B. (2023). Las causas de los incendios de principios del año 2022 en la provincia de Corrientes. *Ecología Austral*, 33(1), 273-284.

- Servicio Meteorológico Nacional (2014). Boletín Climatológico - Enero 2014 - Volumen XXVI - N ° 1. <https://repositorio.smn.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12160/1915/0005CL2014.pdf>
- Servicio Meteorológico Nacional (2017a). Boletín Climatológico. Volumen XXIX - Verano 2016/2017. <https://repositorio.smn.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12160/289/0020CL2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Servicio Meteorológico Nacional. (2017b). Boletín Climatológico. Enero 2017. Volumen XXIX – N° 1. <https://repositorio.smn.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12160/283/0021CL2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Servicio Meteorológico Nacional. (2020). Estadísticas Climatológicas Normales: República Argentina - Periodo 1991-2020 <https://repositorio.smn.gob.ar/handle/20.500.12160/2506>
- Sousa, W.P. (1984) The role of disturbance in natural communities. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 15, 353-391
- Subsecretaría de Estadística y Censos de La Pampa 2021. Anuario Estadístico 2021. <https://estadistica.lapampa.gob.ar/images/Archivo/Anuarios/Anuario%20Estadistico%202021.pdf>
- Veblen, T. T., Kitzberger, T., Raffaele, E., Mermoz, M., González, M. E., Sibold, J. S., & Holz, A. (2008). The historical range of variability of fires in the Andean–Patagonian Nothofagus forest region. *International Journal of Wildland Fire*, 17(6), 724-741.
- Whelan R.J. (1995). *The Ecology of Fire*. Cambridge University Press, Cambridge. 345 p.
- Zacconi G. & M. Toppazzini (2018). Áreas afectadas por incendios forestales y rurales en la región pampeana y noreste de la región patagónica durante la temporada 2016–2017. Informe técnico N° 13. Coordinación de Análisis de Riesgo Ambiental, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 17 p. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ambiente-it13\\_incendios\\_2016-2017.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ambiente-it13_incendios_2016-2017.pdf)