

Los recientes incendios en la Comarca Andina del Paralelo 42: Pasado, presente y futuro en un territorio dinámico y complejo

MARIANO M. AMOROSO[✉]; DANIELA ARPIGIANI; ROCÍO GARCÍA; TOMÁS GONZÁLEZ & MELINA PÁEZ

Universidad Nacional de Río Negro. CONICET. Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Agroecología y Desarrollo Rural. Río Negro, Argentina.

RESUMEN

1. En la última década, la Comarca Andina del Paralelo 42 experimentó numerosos incendios forestales de gran extensión y alta severidad que generaron múltiples impactos socioambientales a diferentes escalas. Su ocurrencia refleja la convergencia de procesos como condiciones meteorológicas extremas, acumulación de combustibles forestales, escaso manejo forestal sostenible y un desordenado crecimiento demográfico en zonas urbanas y de interfase.
2. Este nuevo escenario socioambiental resulta en un paisaje muy vulnerable al fuego que, de no mediar cambios, se intensificará en el futuro. La planificación de un territorio en constante transformación requiere un enfoque territorial que contemple integralmente, desde una perspectiva socioecológica, todos los procesos descritos.
3. Para esto es indispensable un debate colectivo y participativo a fin de redefinir el modelo de desarrollo territorial, con especial énfasis en el desarrollo urbano y las actividades antrópicas en áreas boscosas y de interfase.
4. Resulta imprescindible un enfoque integral en la gestión del fuego a corto y mediano plazo en acciones de prevención y mitigación basadas en el fortalecimiento comunitario respecto de la complejidad del fuego y la noción de riesgo. Esto implica considerar tanto las actividades socioeconómicas y culturales arraigadas en el territorio como el marco político e institucional.
5. Implicancias. La planificación territorial debe concebirse como una herramienta estratégica para anticipar riesgos, minimizar impactos y promover una cultura del fuego sustentada en la educación ambiental, la organización social y el compromiso colectivo. El contexto actual plantea desafíos complejos para la gestión, la planificación territorial y el desarrollo de políticas públicas a corto y mediano plazo en la región.

[Palabras clave: cambio climático, combustibles forestales, crecimiento demográfico, interfase rural-urbano, manejo forestal, Patagonia, urbanización]

ABSTRACT. The recent fires in the Comarca Andina del Paralelo 42: Past, present and future in a dynamic and complex territory

1. The Comarca Andina del Paralelo 42 experienced numerous large-scale, high-severity forest fires over the past decade, triggering multiple socio-environmental impacts across different scales. The occurrence of these fires results from the convergence of various factors, including recent extreme weather conditions, progressive accumulation of forest fuels, scarce sustainable forest management, and unplanned demographic growth in urban and interface areas.
2. This unprecedented socio-environmental scenario results in a landscape highly vulnerable to fire, which, without intervention, will intensify in the future. Planning for a dynamic and constantly transforming territory requires a comprehensive territorial approach from a socioecological perspective.
3. A collective and participatory debate is essential for redefining the territorial development model, placing special emphasis on urban development and human activities in forested and interface areas.
4. A comprehensive approach to fire management in the short and medium term is crucial, encompassing prevention and mitigation actions based on community empowerment regarding fire complexity and the concept of risk. This implies considering not only the socio-economic and cultural activities rooted in the territory, but also the political and institutional framework.
5. Implications. Territorial planning should be conceived as a strategic tool to anticipate risks, minimize impacts, and promote a fire culture grounded in environmental education, social organization, and collective commitment. The current context poses complex challenges for territorial management and planning, as well as for short- and medium-term public policies in the region.

[Keywords: climate change, forest fuels, forest management, Patagonia, population growth, urbanization, rural-urban interface]

EL FUEGO EN LOS BOSQUES ANDINO PATAGÓNICOS: DISTURBIO HISTÓRICO Y DINÁMICO

El fuego es un agente de disturbio frecuente en la Patagonia andina, ligado históricamente a la dinámica de sus bosques (Heusser 1994; Dillehay et al. 2015), a la actividad humana (Whitlock et al. 2007; Holz et al. 2016) y a la variabilidad climática (Mundo et al. 2017). En el noroeste de la Patagonia, las cronologías de incendios dan cuenta de importantes cambios en la frecuencia durante los siglos XIX y XX, sobre todo asociados a actividades humanas (Kitzberger and Veblen 1997; Kitzberger et al. 1997; Veblen et al. 1999; Veblen et al. 2003). En particular, en los bosques mésicos dominados por *Austrocedrus chilensis* (ciprés) y *Nothofagus dombeyi* (coihue) se registró un aumento en la frecuencia de incendios hacia finales del siglo XIX como resultado de quemadas extensas realizadas por colonos europeos a fin de habilitar tierras de pastoreo para el desarrollo de la ganadería (Kitzberger and Veblen 1999). Luego, y desde la década de 1920, esta tendencia se revirtió al implementarse políticas efectivas de supresión de incendios (Defossé 2021).

Sin embargo, desde finales del siglo XX se registró un aumento en la frecuencia y la severidad de los incendios forestales (Veblen et al. 2008, 2011). Solo entre 2013 y 2015, más de 47000 ha de bosques fueron arrasadas por incendios de alta severidad en Neuquén, Río Negro y el norte de Chubut (Mohr-Bell 2015). Estudios recientes indican que tanto el área quemada como el número de incendios aumentan en los años cálidos y secos; esto evidencia un efecto fuerte de la variación climática en la ocurrencia de incendios (Barberá et al. 2025). Además, se prevé que su ocurrencia aumente entre 2 y 8 veces durante el siglo XXI en el noroeste de la Patagonia, dependiendo del escenario climático (Kitzberger et al. 2022).

Por otro lado, en las últimas dos décadas, varios de estos incendios de gran extensión y severidad en el noroeste de la Patagonia afectaron áreas de interfase rural-urbana en las cercanías de centros urbanos (Godoy et al. 2019, 2022). Estas áreas se caracterizan por la presencia de viviendas y establecimientos agropecuarios inmersos en una matriz de vegetación natural (i.e., pastizales, arbustales y bosques), conformando un gradiente desde ambientes naturales hasta densas áreas urbanas

(Mowery 2018). Esta configuración territorial responde a un reciente y continuo proceso de expansión de las ciudades, acompañado por el desplazamiento de la población urbana hacia áreas suburbanas rurales y naturales, principalmente boscosas (Bento-Gonçalves and Vieira 2020). Esto determina un aumento de las actividades humanas y cambios en el uso de la tierra (Stewart et al. 2007). Así, las interfases rural-urbana aumentan la presión sobre el ambiente y elevan la probabilidad de incendios forestales de interfase (de Torres Curth et al. 2008; Godoy et al. 2019). Estos eventos pueden acarrear consecuencias graves, desde pérdidas humanas hasta daños a la propiedad y medios de vida, fragmentación del hábitat, introducción de especies exóticas y disminución de la biodiversidad (Johnson et al. 2001; Radeloff et al. 2005).

En este contexto, estudios pioneros en el área de interfase de Bariloche muestran que la ocurrencia y la frecuencia de los incendios se asocia tanto a la densidad poblacional como también a factores estructurales y socioeconómicos (Curth et al. 2012). Asimismo, el riesgo de propagación de estos incendios, que pueden resultar en eventos dañinos de gran magnitud, se ve potenciado cuando la matriz paisajística está dominada por bosques, matorrales y plantaciones de especies exóticas (Curth et al. 2012). En 2016, la localidad de El Bolsón y sus alrededores contenía en la zona de interfase el 97% de la infraestructura edilicia y el 77% de los puntos de ignición registrados entre 2010 y 2015. Esto sugiere una probabilidad elevada de inicio de incendios forestales en áreas donde coexisten infraestructura y vegetación natural (Godoy et al. 2019). Recientemente, en el territorio conocido como Comarca Andina del Paralelo 42 (que abarca las localidades de El Bolsón [Río Negro] y El Hoyo, Lago Puelo, Epuén y El Maitén [Chubut]) ocurrieron incendios de gran magnitud e intensidad que involucraron áreas periurbanas y de interfase.

Por lo tanto, es relevante indagar sobre la reciente dinámica de incendios en la región, y los procesos socioambientales que actúan a diferentes escalas en el territorio. El objetivo de este artículo es describir los grandes incendios forestales que tuvieron lugar en la Comarca Andina del Paralelo 42 durante la última década, en relación con la superficie, la severidad y la vegetación afectada, y analizar los procesos ambientales y sociales que a diversas escalas espaciales y

temporales condicionan su ocurrencia. Por último, se busca discutir los desafíos de este nuevo escenario y las limitaciones del enfoque predominantemente reactivo del manejo del fuego.

LA ÚLTIMA DÉCADA DE INCENDIOS EN LA COMARCA ANDINA

Durante la última década (2015-2025), en la Comarca Andina del Paralelo 42 se registraron 12 incendios forestales de gran extensión que, en conjunto, quemaron ~46200 ha (Figura 1A,

Tabla 1). En este trabajo consideramos aquellos incendios forestales con superficie >100 ha. En el mismo período también se registraron incendios de menor extensión (<100 ha); estos sumaron 315 ha (Barberá et al. 2025), aunque por su carácter acotado y su control temprano, no fueron incluidos en el presente análisis.

Los eventos de mayor extensión ocurrieron en los años 2015, 2021 y 2025, y representaron 23%, 55% y 14% del área total afectada, respectivamente. Del total de estos incendios, al menos 9 comenzaron o se expandieron en zonas de interfase rural-urbana, generando

Tabla 1. Superficie quemada (ha) por cada incendio mayor a 100 ha ocurrido en la Comarca Andina del Paralelo 42 durante la última década (2015-2025). Superficie total, por índice de severidad (baja, moderada y alta) y por tipo de cobertura vegetal (TF: Tierras Forestales; OFL: Otras Formaciones Leñosas; OT: Otras Tierras) (CIEFAP 2016).

Table 1. Burned area (ha) by fire event greater than 100 ha occurred in the Comarca Andina del Paralelo 42 during the last decade (2015-2025). Total area, by severity index (low, moderate and high) and by vegetation cover type (TF: Forest Lands; OFL: Other Woody Formations; OT: Other Lands) (CIEFAP 2016).

Incendio	Año	Superficie (ha)	Severidad (ha)			Tipo cobertura (ha)		
			Baja	Moderada	Alta	TF	OFL	OT
Currumahuida	2015	5448	649	1995	2.804	2623	2600	224
Turbio - del Morro	2015	376	82	198	96	238	130	8
Turbio - Plataforma	2015	4531	810	2237	1.485	1557	2769	205
La Rinconada	2019	1464	205	972	287	241	951	272
Cuesta del Ternero	2021	7147	1304	2863	2.979	2469	2411	2266
El Boquete	2021	7614	1210	3366	3.038	908	2705	4001
Las Golondrinas	2021	10769	856	2645	7.268	5282	3268	2219
Turbera	2023	232	30	84	119	35	56	141
Río Ternero	2023	1735	29	280	1.427	372	1109	255
Loma del Medio	2023	219	40	98	81	199	11	9
Epuén	2025	3183	399	1389	1.395	881	1737	565
Confluencia	2025	3504	732	1252	1.520	2543	260	700
Total	2015-25	46222	6346	17377	22499	17348	18007	10866

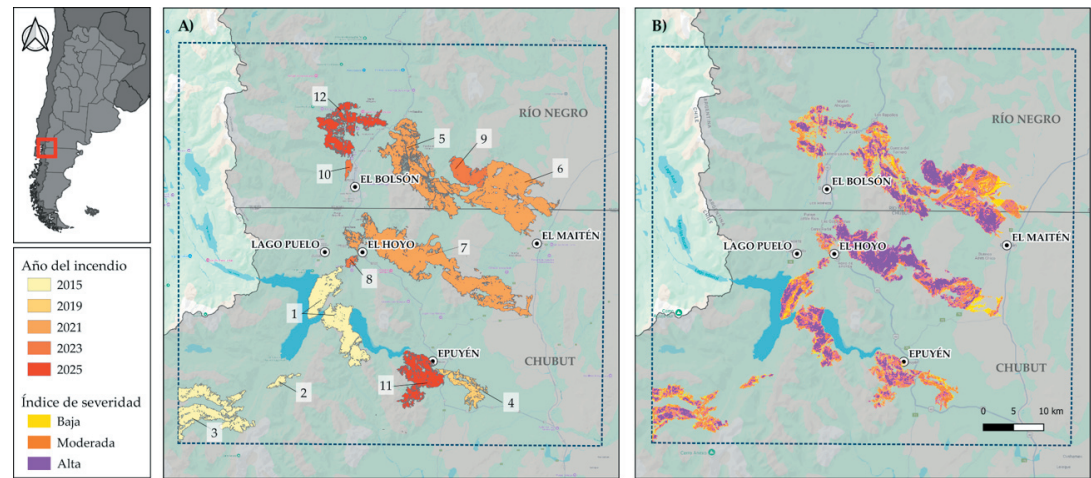


Figura 1. Incendios ocurridos en la Comarca Andina del Paralelo 42 (delimitada por línea punteada azul) durante la última década (2015-2025). A) Año de ocurrencia del incendio. El número identifica a cada evento: 1) Currumahuida; 2) Turbio-del Morro; 3) Turbio-Plataforma; 4) La Rinconada; 5) Cuesta del Ternero; 6) El Boquete; 7) Las Golondrinas; 8) Turbera; 9) Río Ternero; 10) Loma del Medio; 11) Epuén; 12) Confluencia. B) Índice de la severidad de los incendios.

Figure 1. Fires occurred in the Comarca Andina del Paralelo 42 (delimited by the blue dotted line) during the last decade (2015-2025). A) Year of occurrence of the fire. Numbers identify each event: 1) Currumahuida; 2) Turbio-del Morro; 3) Turbio-Plataforma; 4) La Rinconada; 5) Cuesta del Ternero; 6) El Boquete; 7) Las Golondrinas; 8) Turbera; 9) Río Ternero; 10) Loma del Medio; 11) Epuén; 12) Confluencia. B) Fire severity index.

regional. Mientras que los incendios de 2015 afectaron en su mayoría a las TF y las OFL, en incendios más recientes (e.g., los ocurridos en 2021, 2023 y 2025) se observa un incremento en la proporción de superficie afectada correspondiente a OT (Tabla 2). En particular, durante los incendios del año 2021, 12% del área quemada correspondió a vegetación exótica; sobre todo, plantaciones de pinos.

La severidad de un incendio forestal se define como la magnitud del cambio ecológico inducido por el fuego (Lentile et al. 2006). Los análisis de severidad de estos eventos (ver Material Suplementario) muestran que la mayor superficie afectada corresponde a una severidad alta (48%), seguida por moderada (38%) y baja (14%) (Figura 1B, Tabla 1). Estos análisis permiten identificar tipos de vegetación con distinta vulnerabilidad al fuego. Algunas formaciones (e.g., bosques de ñire [*N. antarctica*], ciprés, el matorral mixto y las plantaciones exóticas), presentaron de forma sistemática niveles altos de severidad. Otras (e.g., bosques de lenga [*N. pumilio*], coihue y los arbustales nativos) mostraron una mayor variación interanual, entre severidad moderada y alta (Tabla 2). La mayoría de las especies dominantes en estos tipos de vegetación posee capacidad de rebrote tras el fuego, a excepción de la lenga, el coihue y el ciprés (Kitzberger et al. 2016; Tiribelli et al. 2019). Para estas últimas especies, perder individuos en etapa reproductiva puede reducir de manera significativa la

Table 2. Area (ha) of each type of vegetation cover (Levels 1 and 2 of the CIEFAP 2016 classification legend) affected by the fires occurred in the Comarca Andina del Paralelo 42 during the last decade (2015–2025), grouped by year in which fires were recorded and by severity level (B: low; M: moderate; A: high).

Tipo de cobertura		2015			2019			2021			2023			2025			Total	
Nivel 1	Nivel 2	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A		
Tierras Forestales (TF)	Ñire	86	300	237	14	142	76	41	236	1286		5	5	41	134	275	2878	
	Ciprés	122	349	387	3	4	2	271	828	1649	28	104	226	182	338	593	5086	
	Coihue	431	646	915	-	-	-	12	43	573	9	14	10	228	269	238	3387	
	Lenga	122	383	130	-	-	-	80	597	2058	2	18	145	104	341	138	4118	
	Bosque mixto	73	133	99	-	-	-	60	154	674	7	18	12	128	185	220	1763	
Otras Formaciones Leñosas (OFL)	Ñire bajo	6	54	70	1	5	-	80	583	2130	2	51	333	9	81	243	3647	
	Arbustal nativo	227	865	464	117	632	118	317	1916	986	2	65	64	132	656	331	6890	
	Ciprés bajo/abierto	4	30	36	1	5	4	64	144	26	-	3	2	1	3	2	327	
	Lenga baja	19	51	46	-	-	-	33	102	245	2	14	25	18	59	28	643	
	Matorral mixto	378	1397	1846	2	36	30	60	486	1138	10	41	541	53	124	256	6399	
Otras Tierras (OT)	Erial	2	3	2	-	-	-	56	118	35	1	15	8	7	10	1	259	
	Exótico o artificial	11	33	113	9	43	48	259	999	1828	16	26	103	137	275	508	4409	
	Herbáceo-subarbustivo	54	175	34	58	97	6	1860	2498	451	3	48	27	77	158	73	5618	
	Humedales	4	5	1	1	7	2	157	113	112	16	37	105	12	5	2	580	

capacidad de recuperación post-fuego; esto favorece el reemplazo por vegetación más inflamable (Landesmann et al. 2021). Si bien a lo largo del tiempo los bosques húmedos de coihue o de lenga experimentaron incendios de baja severidad (Mermoz et al. 2005), algunos estudios recientes advierten que bajo escenarios de cambio climático, hasta estos ambientes están expuestos a incendios más severos (Tiribelli et al. 2024), comprometiendo las trayectorias ecológicas futuras del paisaje.

UN TERRITORIO COMPLEJO Y EN CAMBIO

Los recientes cambios en la dinámica de los incendios representan un fenómeno socioecológico en el que la historia natural, los patrones climáticos y las transformaciones territoriales convergen a diversas escalas espaciales y temporales. En este apartado analizamos los procesos de cambio ambientales y sociales más influyentes detrás de esta nueva dinámica.

Cambio climático

Los cambios sin precedentes en el clima durante las últimas décadas impactaron en la dinámica forestal a escala global y despertaron el interés de la ciencia por comprender cómo responden los ecosistemas terrestres a este fenómeno (e.g., Allen et al. 2010; Seidl et al. 2017). La dinámica, la estructura, la composición y los disturbios que afectan a los bosques andino-patagónicos están muy influidos por el clima y su variabilidad a diferentes escalas temporales (Srur et al. 2020). En este contexto, diversos tipos de bosques experimentaron mortalidad episódica (Suarez et al. 2004; Suarez and Kitzberger 2010) y procesos de decaimiento forestal con posterior muerte de los árboles (Mundo et al. 2010; Amoroso et al. 2015; Rodríguez-Catón et al. 2016) debido a sequías extremas. Así, el clima modula la dinámica forestal directamente a través de procesos fisiológicos (McDowell et al. 2013), e indirectamente a través de cambios en los regímenes de disturbios como los incendios (Veblen et al. 2011; Mundo et al. 2017).

En el noroeste de la Patagonia, el clima experimentó cambios notorios desde fines del siglo XX, caracterizados por un aumento sostenido de las temperaturas medias y extremas, una reducción moderada de las precipitaciones (Barros et al. 2014; Brendel et

al. 2020) y un incremento en la incidencia y la eficiencia de ignición de tormentas eléctricas secas (Kitzberger and Bürgesser 2025). Por su parte, las proyecciones para el siglo XXI prevén la continuidad y el agravamiento de estas tendencias, junto con una mayor frecuencia e intensidad de sequías para la región andina de Norpatagonia (Pessacg et al. 2020; Spinoni et al. 2020; Almazroui et al. 2021; Kitzberger et al. 2022).

La Comarca Andina refleja con claridad estas tendencias climáticas regionales. A modo de ejemplo, analizamos los registros de la estación meteorológica de El Bolsón, que permiten ilustrar estos cambios a escala local (Figura 2). Allí, los datos de las últimas tres décadas muestran una leve disminución en las precipitaciones estivales. Sin embargo, la última década muestra un patrón preocupante, ya que en siete de sus veranos se registraron precipitaciones por debajo del promedio histórico (Figura 2.a). En paralelo, las temperaturas medias estivales evidencian un aumento sostenido, con registros superiores al promedio histórico en los últimos 15 años (Figura 2b). Esta tendencia se repite para las temperaturas máximas y la frecuencia de días calurosos (Figura 2c,d). Los tres veranos con incendios de mayor magnitud de la última década (2014-2015, 2020-2021 y 2024-2025) (Tabla 1) presentaron condiciones excepcionalmente cálidas y secas. Estos veranos se caracterizaron por temperaturas máximas medias elevadas, una alta frecuencia de días con temperaturas superiores a los 30 °C y precipitaciones muy por debajo de la media. El verano 2024-2025 se destacó por la intensidad de las condiciones térmicas, con una temperatura máxima media 3.5 °C superior a la media histórica y 28 días con temperaturas superiores a los 30 °C (i.e., 17 días más que el promedio histórico). Por su parte, el verano 2014-2015 presentó el mínimo de precipitación acumulada de toda la serie, con apenas 6 mm. En conjunto, estas evidencias señalan un escenario creciente de riesgo: el aumento sostenido de las temperaturas medias y máximas y las escasas precipitaciones estivales generan condiciones propicias para la ocurrencia de incendios de gran magnitud y difícil control.

Paisaje combustible

El paisaje de la Comarca Andina fue moldeado en gran medida por los grandes incendios forestales de finales del siglo XIX y principios del siglo XX debido a extensas

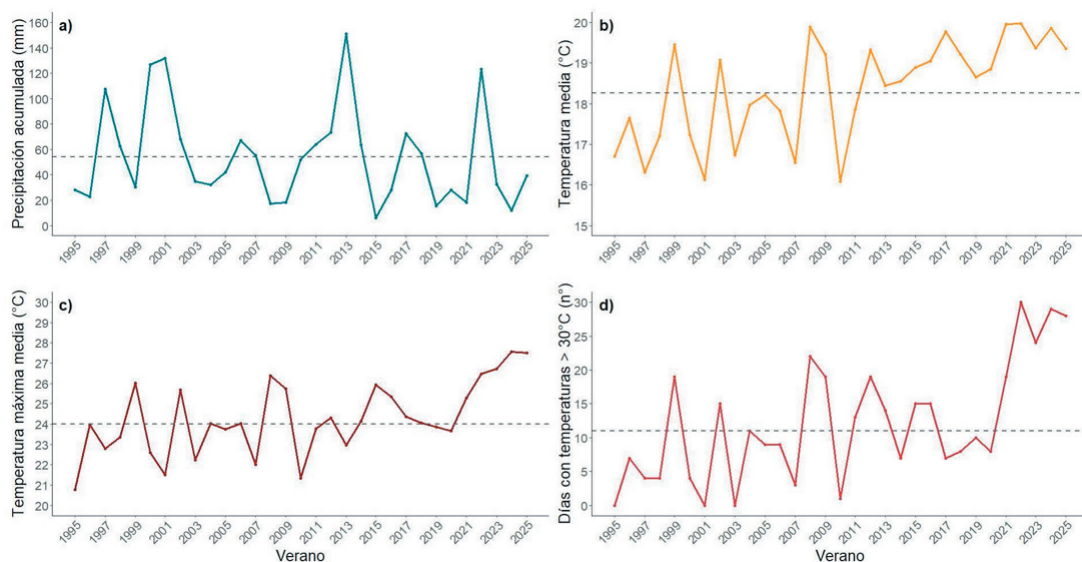


Figura 2. Estadísticas climáticas de los meses de verano (diciembre a febrero) en la localidad de El Bolsón, período 1995-2025. El año indicado corresponde al final de la temporada estival. a) Precipitaciones acumuladas (mm). b) Temperatura media (°C). c) Temperatura máxima media (°C). d) Número de días en los que se registraron temperaturas mayores a 30 °C. En todos los paneles se indica la media histórica de cada variable mediante una línea punteada de color gris. Datos provistos por el Servicio Meteorológico Nacional, estación Aero El Bolsón.

Figure 2. Climate statistics for summer months (December to February) in El Bolsón, for the period 1995-2025. The year shown corresponds to the end of the summer season. a) Accumulated precipitation (mm). b) Mean temperature (°C). c) Mean maximum temperature (°C). d) Number of days with temperatures above 30 °C. In all panels, the historical mean for each variable is indicated by a gray dashed line. Data provided by the Servicio Meteorológico Nacional, Aero El Bolsón weather station.

quemadas realizadas por colonos europeos (Kitzberger and Veblen 1999). Como resultado de estos incendios, diferentes tipos de bosques regeneraron con predominancia de bosques puros y mixtos dominados por ciprés y coihue en altitudes bajas y medias (Veblen et al. 2003; Amoroso and Larson 2010). Con la posterior implementación de políticas de supresión del fuego, la frecuencia de incendios disminuyó de manera notable, lo cual permitió el desarrollo continuo de estos bosques por más de un siglo. Este proceso dio lugar a la acumulación de biomasa y necromasa producto del crecimiento natural del bosque, así como de eventos de mortalidad episódica y decaimiento forestal (Suarez et al. 2004; Suarez and Kitzberger 2010; Mundo et al. 2010; Amoroso et al. 2015). Esto contribuye de forma significativa al aumento de la carga de combustible disponible, la inflamabilidad del paisaje y el riesgo para futuros incendios.

A este escenario se suma el establecimiento y posterior abandono generalizado de plantaciones forestales de especies exóticas iniciada a fines de la década de 1960 y promovida por distintas políticas estatales. En el noroeste patagónico se establecieron numerosas plantaciones de pináceas —sobre todo, de *Pinus contorta*—, caracterizadas

por su alta inflamabilidad y su capacidad para generar masas forestales densas y homogéneas, favorables a la propagación del fuego (Simberloff et al. 2010; Veblen et al. 2001). Estas plantaciones, junto con la invasión secundaria de pinos en áreas adyacentes del ecotono bosque-estepa, incrementan la carga total de combustible y producen cambios en la estructura de la vegetación que afectan el comportamiento del fuego al aumentar hasta 30 veces su intensidad (Paritsis et al. 2018). Además, la proximidad de plantaciones de pino a especies sensibles al fuego (i.e., *A. chilensis* y *N. pumilio*) puede favorecer la propagación del fuego hacia estos bosques (Paritsis et al. 2018). En este sentido, en paisajes donde la propagación del fuego depende de la configuración y la continuidad del combustible, la presencia de plantaciones adquiere relevancia al aumentar la vulnerabilidad del paisaje. Según los datos disponibles hasta el año 2016, la Comarca Andina cuenta con ~14000 ha de plantaciones de pinos (CIEFAP 2016); esto representa el 3% de la superficie total del municipio de El Bolsón (3900 ha), el 5.6% de la de El Hoyo (1140 ha), el 9.5% de la de Epuyén (7764 ha) y el 14.2% de la del municipio de Lago Puelo (965 ha).

Estudios recientes advierten sobre un proceso de conversión del bosque hacia comunidades dominadas por matorrales. Este proceso está impulsado sobre todo una mayor frecuencia de incendios de severidad moderada y alta. Mientras muchas especies arbóreas nativas dependen de la regeneración por semilla, los arbustos rebrotantes y algunas especies exóticas de plantaciones forestales tienden a recuperarse e invadir con mayor rapidez. Este proceso favorece la transición hacia estados alternativos estables (Kitzberger et al. 2012) dominados por vegetación más inflamable, lo que incrementa la carga y continuidad del combustible. Esto, a su vez, genera un ciclo de retroalimentación positiva que puede aumentar la frecuencia, la severidad y la extensión de los incendios, dificultando la recuperación del bosque original y consolidando los estados alternativos (Paritsis et al. 2015; Kitzberger et al. 2016; Tiribelli et al. 2019; Landesman et al. 2021).

Crecimiento demográfico y urbanización desordenada

En las últimas décadas, la Comarca Andina experimentó un crecimiento demográfico muy superior al promedio nacional. Según datos oficiales del Censo Nacional (Instituto Nacional de Estadística y Censos 2012, 2023), entre 2010 y 2022, los departamentos de Bariloche (Río Negro) y Cushamen (Chubut) registraron un incremento poblacional del 21.4% y 34.8%, respectivamente, frente a una media nacional del 14.4% para el mismo período. A escala municipal, las cifras son aun más significativas: El Bolsón creció 27.7%; Lago Puelo, 66.7%; El Hoyo, 43.6%, y Epuyén, 37.8%. No obstante, estimaciones no oficiales sugieren que estos valores podrían estar subestimados, con aumentos reales que en algunos casos superaron el 100%.

Este crecimiento demográfico impulsó un proceso local de urbanización acelerado, tanto dentro de los ejidos como en áreas de interfase urbano-rural, con múltiples situaciones (i.e., formal o informal) en la tenencia de la tierra. Este fenómeno puede ser cuantificado y caracterizado a partir del análisis multitemporal de clasificaciones de coberturas del suelo (Potapov et al. 2022). Los productos generados por metodologías que utilizan sensores remotos permiten analizar la evolución en el tiempo del área urbanizada (i.e., aquella cubierta por infraestructura antrópica, con usos residenciales o comerciales) (Hansen et al. 2022). Así, el aumento del área

urbanizada para el período 2000-2022 fue de 63.1% para la Comarca Andina, con diferentes tasas a nivel local: 61.8%, 55.6%, 76.9 % y 83.4% para las localidades de El Bolsón, Lago Puelo, El Hoyo y Epuyén, respectivamente (Figura 3; Material Suplementario).

Este proceso de urbanización desordenado genera fuertes impactos negativos, tanto en lo socioeconómico como en lo ambiental. En lo socioeconómico, este proceso genera tensiones con las actividades primarias tradicionales que históricamente estructuraron el modo de vida local (e.g., la ganadería extensiva en bosques) (Bondel 2008). En lo ambiental, una parte mayoritaria del aumento de la urbanización ocurre en áreas con vegetación nativa, lo que conlleva importantes cambios en el uso de la tierra y mayor presión sobre áreas naturales (Godoy et al. 2019).

De la complejidad política a la gestión del territorio

Los organismos públicos ambientales y forestales son los principales ejecutores de políticas de conservación forestal a través de la legislación. Sin embargo, la inestabilidad institucional y la débil implementación de estas políticas generaron espacio para que actores locales ocupen un rol más activo en la gestión del territorio. A nivel nacional, este escenario se refleja en la Ley 26331 de Presupuestos Mínimos para la Protección de los Bosques Nativos. Esta establece incluir medidas de prevención y control de incendios en los planes de manejo forestal y asigna a los organismos locales la recuperación de áreas degradadas post-incendios. Funcionarios de estos organismos reconocen que la burocracia excesiva y la limitada capacidad técnica y financiera dificultan su aplicación (García and Burns, s.f.). Además, no se trata solo de debilidades estructurales: los intereses de determinados sectores económicos y de los propios organismos públicos también obstaculizan la implementación efectiva de las políticas y suelen favorecer a sectores específicos (Dimitrov 2020; Alcañiz and Gutiérrez 2020). En la Comarca Andina, las actividades económicas de actores locales, a menudo fuera de regulaciones formales, entran en tensión con los objetivos de conservación y manejo sostenible. La gestión forestal, entonces, se configura mediante acuerdos formales e informales entre los actores que, en el territorio, terminan negociando y redefiniendo sus responsabilidades ambientales (García and Rasmussen 2023).

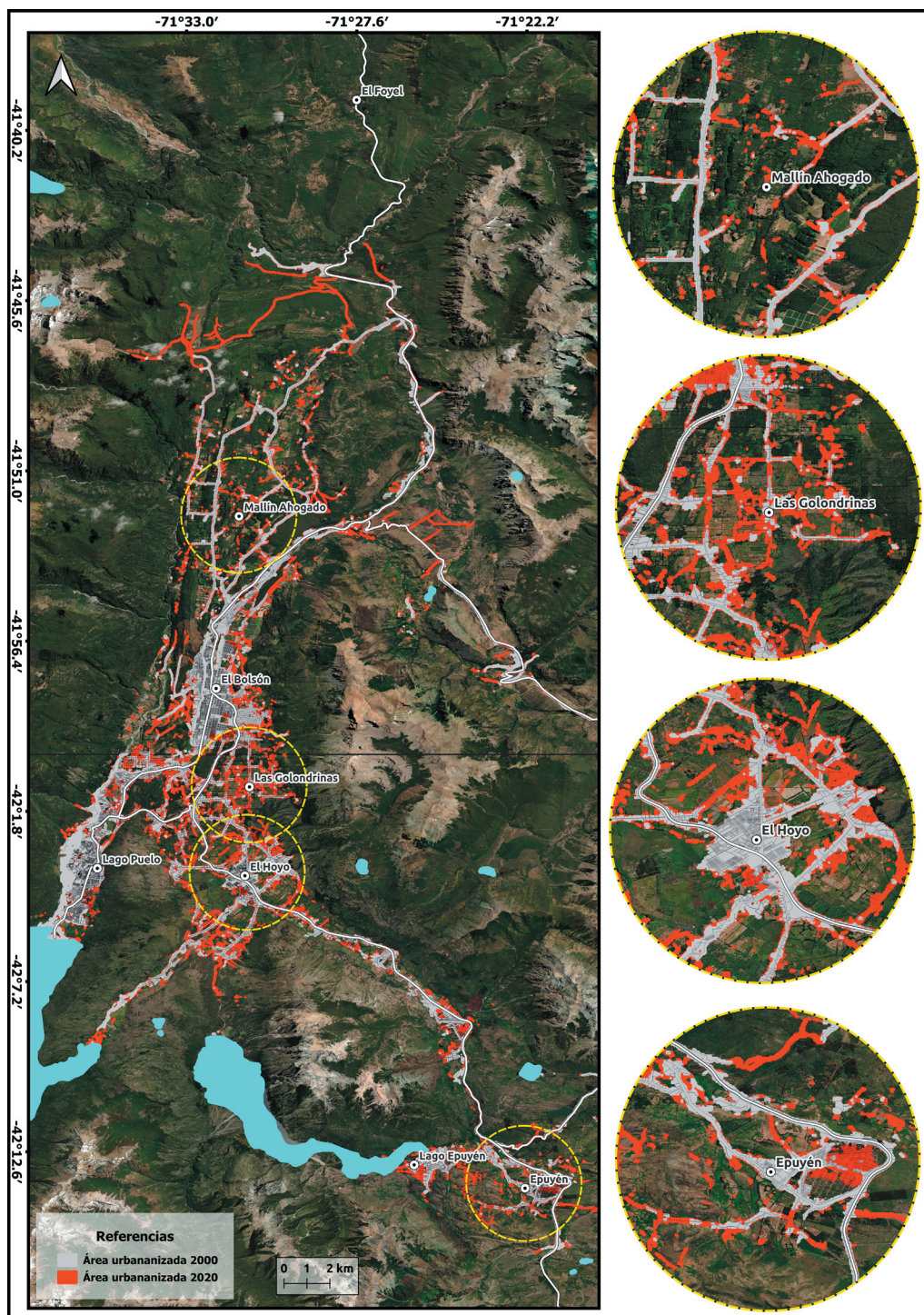


Figura 3. Análisis temporal de la cobertura del suelo en las localidades de la Comarca Andina del Paralelo 42 para el período 2000-2020. Se detalla el área urbanizada del año 2000 en color gris y la del año 2020 en color rojo.

Figure 3. Temporal analysis of land cover classifications in the Comarca Andina del Paralelo 42 area for the period 2000-2020. The urbanized areas by 2000 and 2020 are shown in grey and red, respectively.

Por su parte, la gestión del fuego es uno de los ámbitos en los que dichas tensiones se expresan con mayor claridad. Los incendios forestales dejan huellas en el paisaje y activan dinámicas

políticas, económicas y sociales que impulsan o frenan cambios en las estrategias de manejo. Los incendios abren ‘ventanas de oportunidad’ para modificar normas y políticas (Ekayani et

al. 2016; Mockrin et al. 2018; Huidobro et al. 2024). Esos cambios dependen del impacto del fuego y también de la presión social, de las coaliciones entre actores y de la competencia administrativa (Huidobro et al. 2025). En la Argentina, la gestión del fuego tiene una larga trayectoria: desde la Ley de Defensa de la Riqueza Forestal de 1948 hasta la creación del Sistema Federal de Manejo del Fuego en 2013 y la modificación de la Ley de Manejo del Fuego en 2020, que prohibió la venta de tierras afectadas y promovió su restauración. Sin embargo, la derogación de esta ley en 2023 y el traslado del Servicio Nacional de Manejo del Fuego entre distintas dependencias del Poder Ejecutivo reflejan una inestabilidad institucional persistente que debilita la continuidad de estas políticas (Decreto 8/2023; Resolución 9/2024) (Huidobro et al. en prensa). A nivel provincial, en Río Negro, la acción estatal se concentra principalmente durante y después de los incendios, mientras que las medidas preventivas siguen siendo escasas (Huidobro et al. 2024).

Las políticas de conservación y manejo forestal en la Comarca Andina enfrentan tensiones entre actores y limitaciones institucionales que condicionan la efectividad en la gestión en las recientes décadas. Estas dificultades se reflejan en la implementación del manejo forestal sostenible y la gestión integral de incendios y del territorio, caracterizada por una estructura fragmentada donde la implementación de soluciones sostenibles a largo plazo continúa siendo un desafío pendiente.

DESAFÍOS EN LA GESTIÓN DE UN TERRITORIO EN CAMBIO

Los grandes incendios forestales de las últimas décadas en la región andina de Patagonia Norte reflejan la convergencia de múltiples procesos. Entre ellos se destacan las condiciones meteorológicas extremas asociadas al cambio climático, la acumulación progresiva de combustibles forestales con una deficiente gestión de manejo integral y un crecimiento demográfico acelerado que conlleva un proceso desordenado de urbanización en zonas de interfase con transformaciones importantes en el uso del suelo. Todo esto ha dado lugar a un territorio en constante transformación y muy vulnerable al fuego. Este nuevo escenario territorial pone de manifiesto condiciones socioambientales sin precedentes, que se espera se intensifiquen en las próximas décadas. Este contexto plantea

desafíos complejos para el ordenamiento y la gestión territorial, así como para el diseño de políticas públicas capaces de responder en el corto y mediano plazo.

En este marco, se vuelve indispensable repensar y discutir el modelo de desarrollo territorial vigente, apuntando a un ordenamiento del territorio con un enfoque integral en el manejo del fuego. Este enfoque debe contemplar conjuntamente una gestión preventiva del manejo del combustible forestal (incluyendo el manejo del bosque nativo) y el crecimiento demográfico, el avance de la urbanización y los patrones de uso del suelo emergentes desde una perspectiva socioecológica. Asimismo, es necesario un debate colectivo a nivel local que ponga un énfasis particular en los usos de las áreas boscosas y de interfase, y que considere tanto las actividades socioeconómicas y culturales arraigadas en el territorio como también el marco político e institucional. La planificación territorial no se puede pensar de forma tecnocrática ni unidimensional; es necesario incorporar las perspectivas, intereses y saberes de los diversos actores que configuran el territorio (König et al. 2013; O'Farrell and Anderson 2010; Rametsteiner et al. 2011; Robinson 2004). Se requiere un profundo cambio en la forma en que, como sociedad, percibimos nuestra relación con el fuego.

La historia reciente y los escenarios futuros de incendios en la Patagonia Norte demandan un cambio de paradigma: pasar del enfoque exclusivamente reactivo centrado en el combate del fuego, hacia una estrategia preventiva y adaptativa que fortalezca la resiliencia de las comunidades, los ecosistemas y los paisajes ante los impactos actuales y los que se esperan en el futuro (Castellnou et al. 2019; Abreu 2021; Oliveras et al. 2025). Este desafío exige transitar desde la gestión de la emergencia hacia una estrategia integral de prevención, preparación y gestión co-responsable del riesgo entre las instituciones y la sociedad civil. Aún es frecuente encontrar que, incluso cuando los habitantes de las zonas de alto riesgo reconocen su vulnerabilidad ante los incendios, esta conciencia no se traduce necesariamente en acciones concretas, prediales o barriales, de prevención y mitigación; se deposita gran parte de la responsabilidad en la falta de recursos estatales y el rol del Estado en las acciones de combate y prevención (Brenkert-Smith et al. 2006; Shulte et al. 2010; Kowan and Kennedy 2023). Esto pone de manifiesto la necesidad urgente de acompañar las políticas

públicas con educación ambiental continua en la complejidad del fuego. Esta dimensión educativa se vuelve estratégica en un contexto de cambio demográfico constante, en el que nuevos pobladores se asientan en zonas de interfase urbano-rural. A ello se suma el creciente flujo turístico en las áreas naturales durante el verano, el período de mayor peligro de incendios en la región. Esto refuerza la necesidad de establecer protocolos claros y capacitar al personal del sector turístico en prevención y respuesta ante incendios, así como desarrollar estrategias de comunicación efectivas para los visitantes.

Avanzar hacia este nuevo paradigma requiere generar espacios de encuentro, formación,

planificación y toma de decisiones que integren saberes científicos, técnicos, institucionales y territoriales, fortaleciendo la preparación comunitaria para anticipar escenarios críticos y construir una cultura territorial del riesgo basada en el conocimiento, la organización y el compromiso colectivo. En la Comarca Andina, este desafío político, técnico y social implica consolidar un ordenamiento territorial como estrategia de gobernanza orientada a planificar el 'día antes' de los incendios futuros, reducir los impactos del crecimiento demográfico y la expansión urbana, evitar asentamientos en áreas vulnerables o en recuperación post-incendio y disminuir los conflictos socioeconómicos vinculados al uso y la tenencia de la tierra.

REFERENCIAS

- Abreu, S. J. D. 2021. Toward a Holistic Approach: Considerations for Improved Collaboration in Wildfire Management. *Open J* 12:107-121. <https://doi.org/10.4236/ojf.2022.121006>.
- Alcañiz, I., and R. A. Gutiérrez. 2020. Between the global commodity boom and subnational state capacities: Payment for environmental services to fight deforestation in Argentina. *Global Environmental Politics* 20(1):38-59. https://doi.org/10.1162/glep_a_00535.
- Allen, C. D., A. K. Macalady, H. Chenchouni, D. Bachelet, N. McDowell, et al. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management* 259: 660-684. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.001>.
- Almazroui, M., M. Ashfaq, M. N. Islam, I. U. Rashid, S. Kamil, et al. 2021. Assessment of CMIP6 Performance and Projected Temperature and Precipitation Changes Over South America. *Earth Systems and Environment* 5:155-183. <https://doi.org/10.1007/s41748-021-00233-6>.
- Amoroso, M. M., and B. C. Larson. 2010. Stand development patterns as a consequence of the mortality in *Austrocedrus chilensis* forests. *Forest Ecology and Management* 259:1981-1992. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.02.009>.
- Amoroso, M. M., L. D. Daniels, R. Villalba, and P. Cherubini. 2015. Does drought incite tree decline and death in *Austrocedrus chilensis* forests? *Journal of Vegetation Science* 26:1171-1183. <https://doi.org/10.1111/jvs.12320>.
- Barberá, I., A. M. Cingolani, F. Tiribelli, M. A. Mermoz, J. M. Morales, et al. 2025. Biotic and physical drivers of fire in northwestern Patagonia. *Fire Ecology* 21(1):1-21. <https://doi.org/10.1186/s42408-025-00353-8>.
- Barros, V., and C. Vera (eds.). 2014. Cambio climático en Argentina, tendencias y proyecciones. Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Buenos Aires, Argentina.
- Bento-Gonçalves, A., and A. Vieira. 2020. Wildfires in the wildland-urban interface: Key concepts and evaluation methodologies. *Science of the total environment* 707:135592. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135592>.
- Bondel, S. 2008. Transformaciones territoriales y análisis geográfico en ámbitos patagónicos de montaña. La Comarca Andina del Paralelo 42. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Brendel, A. S., R. A. del Barrio, F. Mora, E. A. Orrego León, J. Rosales Flores, et al. 2020. Current agro-climatic potential of Patagonia shaped by thermal and hydric patterns. *Theoretical and Applied Climatology* 142:855-868. <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03350-w>.
- Brenkert-Smith, H., P. A. Champ, and N. Flores. 2006. Insights Into Wildfire Mitigation Decisions Among Wildland-Urban Interface Residents. *Society and Natural Resources* 19(8):759-768. <https://doi.org/10.1080/08941920600801207>.
- Castellnou, M., N. Prat-Guitart, E. Arilla, A. Larrañaga, E. Nebot, et al. 2019. Empowering strategic decision-making for wildfire management: avoiding the fear trap and creating a resilient landscape. *Fire Ecology* 15:31. <https://doi.org/10.1186/s42408-019-0048-6>.
- CIEFAP, and MAYDS. 2016. Actualización de la clasificación de los tipos forestales y cobertura del suelo de la región bosque Andino-Patagónico. Informe final, CIEFAP, Esquel, Argentina. URL: tinyurl.com/4a893jb9.
- Cowan, C., and E. B. Kennedy. 2023. Determinants of residential wildfire mitigation uptake: A scoping review, 2013-2022. *Fire Safety Journal* 140:103851. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2023.103851>.
- Curth, M. de T., C. Biscayart, L. Ghermandi, and G. Pfister. 2012. Wildland-Urban Interface Fires and Socioeconomic Conditions: A Case Study of a Northwestern Patagonia City. *Environmental Management* 49(4):876-891. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9825-6>.

- Defossé, G. E. 2021. Fuegos de vegetación: Evolución de un fenómeno socioecológico global y su impacto en la Interfase Urbano-Rural (IUR) de la Patagonia andina de Argentina. *Ciencia e Investigación* 71(2):5-20.
- Dillehay, T. D., C. Ocampo, J. Saavedra, A. Olivera Sawakuchi, R. M. Vega, et al. 2015. New Archaeological Evidence for an Early Human Presence at Monte Verde, Chile. *PLoS One* 10:e0141923. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141923>.
- Dimitri, M. 1972. La región de los bosques andino-patagónicos de Argentina. Sinopsis general. Colección Científica del Inta. Tomo X. Buenos Aires, Argentina.
- Dimitrov, R. S. 2020. Empty institutions in global environmental politics. *International Studies Review* 22(3):626-650. <https://doi.org/10.1093/isr/viz029>.
- Ekayani, M., D. R. Nurrochmat, and D. Darusman. 2016. The role of scientists in forest fire media discourse and its potential influence for policy-agenda setting in Indonesia. *Forest Policy and Economics* 68:22-29. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2015.01.001>.
- García, R. M., and M. B. Rasmussen. 2023. Settling environmental citizenship: The presentation of self in conservation encounters. *The Journal of Latin American and Caribbean Anthropology* 29:17-26. <https://doi.org/10.1111/jlca.12692>.
- Ghermandi, L., N. A. Beletsky, M. I. de Torres Curth, and F. J. Oddi. 2016. From leaves to landscape: A multiscale approach to assess fire hazard in wildland-urban interface areas. *Journal of Environmental Management* 183:925-937. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.09.051>.
- Godoy, M. M., S. Martinuzzi, H. A. Kramer, G. E. Defossé, J. Argañaraz, et al. 2019. Rapid WUI growth in a natural amenity-rich region in central-western Patagonia, Argentina. *International Journal of Wildland Fire* 28(7):473-484. <https://doi.org/10.1071/WF18097>.
- Godoy, M. M., S. Martinuzzi, P. Masera, and G. E. Defossé. 2022. Forty years of wildland urban interface growth and its relation with wildfires in central-western Chubut, Argentina. *Frontiers in Forests and Global Change* 5:850543. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.850543>.
- Gorelick, N., M. Hancher, M. Dixon, S. Ilyushchenko, D. Thau, et al. 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote sensing of Environment* 202:18-27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>.
- Hansen, M. C., P. V. Potapov, A. Pickens, A. Tyukavina, A. Hernández Serna, et al. 2022. Global land use extent and dispersion within natural land cover using Landsat data. *Environmental Research Letters* 17:034050. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac46ec>.
- Heusser, C. J., J. Rabassa, and A. Brandani. 1988. Late-Holocene vegetation of the Andean Araucaria region, Province of Neuquén, Argentina. *Mountain Research and Development* 8:53-63. <https://doi.org/10.2307/3673406>.
- Holz, A., S. Haberle, T. T. Veblen, R. De Pol-Holz, and J. Southon. 2012. Fire history in western Patagonia from paired tree-ring fire-scar and charcoal records. *Climate of the Past* 8(2):451-466. <https://doi.org/10.5194/cp-8-451-2012>.
- Holz, A., C. Méndez, L. Borrero, A. Prieto, F. Torrejón, et al. 2016. Fires: the main human impact on past environments in Patagonia? *PAGES Magazine* 24:72-73. <https://doi.org/10.22498/pages.24.2.72>.
- Huidobro, G., L. Giessen, and S. L. Burns. 2024. And it burns, burns, burns, the ring-of-fire: reviewing and harmonizing terminology on wildfire management and policy. *Environmental Science and Policy* 157:103776. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103776>.
- Huidobro, G., L. Giessen, N. I. Gasparri, and S. L. Burns. 2025. Beyond wildfire crisis: explaining policy changes in the wildfire governance subsystem in Argentina through longitudinal analysis. *Journal of Environmental Policy and Planning* 1-24. <https://doi.org/10.1080/1523908X.2025.2601124>.
- Secretaría de Desarrollo Económico. 2021. Informe de situación para promover la recuperación productiva de la Comarca del Paralelo 42. Secretaría de Desarrollo Económico, Municipalidad de El Hoyo, El Hoyo, Chubut, Argentina.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2012. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010: Censo del Bicentenario: Resultados definitivos. Serie B N° 2. Buenos Aires: INDEC. URL: censo.gob.ar.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2023. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022: Resultados provisionales. Buenos Aires: INDEC. URL: censo.gob.ar.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAYDS). 2021. Informe de Áreas Quemadas Incendios "Las Golondrinas" y "El Boquete", Provincias de Río Negro y Chubut. Dirección Nacional de Planificación y Ordenamiento Ambiental del Territorio, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAYDS), Buenos Aires, Argentina.
- Key, C. H., and N. C. Benson. 2006. Landscape Assessment: Ground Measure of Severity, the Composite Burn Index; and Remote Sensing of Severity, the Normalized Burn Ratio. En D. C. Lutes, R.E. Keane, J. F. Caratti, C. H. Key, N. C. Benson, S. Sutherland and L. J. Gangi (eds.). FIREMON: Fire effects monitoring and inventory system. Gen. Tech. Rep. US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, Colorado, USA.
- Kitzberger, T., T. T. Veblen, and R. Villalba. 1997. Climatic influences on fire regimes along a rain forest to xeric woodland gradient in northern Patagonia, Argentina. *Journal of Biogeography* 24:35-47. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.1997.tb00048.x>.
- Kitzberger, T., and T. T. Veblen. 1997. Influences of humans and ENSO on fire history of *Austrocedrus chilensis* woodlands in northern Patagonia, Argentina. *Ecoscience* 4(4):508-520. <https://doi.org/10.1080/11956860.1997.11682430>.
- Kitzberger, T., and T. T. Veblen. 1999. Fire-induced changes in northern Patagonian landscapes. *Landscape Ecology* 14(1):1-15. <https://doi.org/10.1023/A:1008069712826>.
- Kitzberger, T., E. Aráoz, J. H. Gowda, M. Mermoz, and J. M. Morales. 2012. Decreases in fire spread probability with forest age promotes alternative community states, reduced resilience to climate variability and large fire regime shifts.

- Ecosystems 15(1):97-112. <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9494-y>.
- Kitzberger, T., G. L. W. Perry, J. Paritsis, J. H. Gowda, A. J. Tepley, et al. 2016. Fire vegetation feedbacks and alternative states: common mechanisms of temperate forest vulnerability to fire in southern South America and New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 8643:1-26. <https://doi.org/10.1080/0028825X.2016.1151903>.
- Kitzberger, T., F. Tiribelli, I. Barberá, J. H. Gowda, J. M. Morales, et al. 2022. Projections of fire probability and ecosystem vulnerability under 21st century climate across a trans-Andean productivity gradient in Patagonia. *Science of the Total Environment* 156303. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156303>.
- König, H. J., S. Uthes, J. Schuler, L. Zhen, S. Purushothaman, et al. 2013. Regional impact assessment of land use scenarios in developing countries using the FoPIA approach: Findings from five case studies. *Journal of Environmental Management* 127:S56-S64. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.10.021>.
- Landesmann, J. B., F. Tiribelli, J. Paritsis, T. T. Veblen, and T. Kitzberger. 2021. Increased fire severity triggers positive feedbacks of greater vegetation flammability and favors plant community-type conversions. *Journal of Vegetation Science* 32(1):e12936. <https://doi.org/10.1111/jvs.12936>.
- McDowell, C. 2013. Climate-Change Adaptation and Mitigation: Implications for Land Acquisition and Population Relocation. *Development Policy Review* 31:677-695. <https://doi.org/10.1111/dpr.12030>.
- Mermoz, M., T. Kitzberger, T., and T. T. Veblen. 2005. Landscape influences on occurrence and spread of wildfires in Patagonian forests and shrublands. *Ecology* 86(10):2705-2715. <https://doi.org/10.1890/04-1850>.
- Mockrin, M. H., H. K. Fishler, and S. I. Stewart. 2018. Does wildfire open a policy window? Local government and community adaptation after fire in the United States. *Environmental Management* 62:210-228. <https://doi.org/10.1007/s00267-018-1030-9>.
- Mowery, M. 2018. Living on the edge: get to know your WUI. American Planning Association. URL: tinyurl.com/y4fzajm5.
- Mundo, I. A., V. A. El Mujtar, M. H. Perdomo, L. A. Gallo, R. Villalba, et al. 2010. *Austrocedrus chilensis* growth decline in relation to drought events in northern Patagonia, Argentina. *Trees* 24:561-570. <https://doi.org/10.1007/s00468-010-0427-8>.
- Mundo, I. A., R. Villalba, T. T. Veblen, T. Kitzberger, A. Holz, et al. 2017. Fire history in southern Patagonia: human and climate influences on fire activity in *Nothofagus pumilio* forests. *Ecosphere* 8(9):e01932. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1932>.
- Mundo, I. A., A. Holz, M. E. González, and J. Paritsis. 2017. Fire History and Fire Regimes Shifts in Patagonian Temperate Forests. Pp. 211-229 en M. M. Amoroso, L. D. Daniels, P. J. Baker and J. J. Camarero (eds.). *Dendroecology: Tree-ring analyses applied to ecological studies*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61669-8_9.
- Oliveras Menor, I., N. Prat-Guitart, G. L. Spadoni, A. Hsu, P. M. Fernandes, et al. 2025. Integrated fire management as an adaptation and mitigation strategy to altered fire regimes. *Commun Earth Environ* 6:202. <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02165-9>.
- O'Farrell, P. J., and P. M. Anderson. 2010. Sustainable multifunctional landscapes: A review to implementation. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2(1-2):59-65. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.02.005>.
- Paritsis, J., T. T. Veblen, and A. Holz. 2015. Positive fire feedbacks contribute to shifts from *Nothofagus pumilio* forests to fire-prone shrublands in Patagonia. *Journal of Vegetation Science* 26(1):89-101. <https://doi.org/10.1111/jvs.12225>.
- Paritsis, J., J. B. Landesmann, T. T. Kitzberger, F. Tiribelli, F., Y. Sasal, et al. 2018. Pine plantations and invasion alter fuel structure and potential fire behavior in a Patagonian forest-steppe ecotone. *Forests* 9(3):117. <https://doi.org/10.3390/f9030117>.
- Paruelo, J. M., A. Beltrán, E. Jobbágy, O. E. Sala, and R. A. Golluscio. 1998. El clima de la Patagonia: patrones generales y controles sobre los procesos bióticos. *Ecología Austral* 8:85-101.
- Pessaq, N., F. Silvia, F., S. Solman, and M. Pascual. 2020. Climate change in northern Patagonia: critical decrease in water resources. *Theoretical and Applied Climatology* 140:807-822. <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03104-8>.
- Potapov, P., M. C. Hansen, A. Pickens, A. Hernández-Serna, A. Tyukavina, et al. 2022. The global 2000-2020 land cover and land use change dataset derived from the Landsat archive: first results. *Frontiers in Remote Sensing* 3:856903. <https://doi.org/10.3389/frsen.2022.856903>.
- QGIS.org. 2025. QGIS Geographic Information System (Versión 3.40.7 'Bratislava'). QGIS Association. URL: qgis.org.
- Radeloff, V. C., R. B. Hammer, S. I. Stewart, J. S. Fried, S. S. Holcomb, et al. 2005. The wildland-urban interface in the United States. *Ecological applications* 15(3):799-805. <https://doi.org/10.1890/04-1413>.
- Rametsteiner, E., H. Püzl, J. Alkan-Olsson, and P. Frederiksen. 2011. Sustainability indicator development—Science or political negotiation? *Ecological Indicators* 11(1):61-70. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.06.009>.
- Robinson, J. 2004. Squaring the circle? Some thoughts on the idea of sustainable development. *Ecological Economics* 48(4):369-384. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2003.10.017>.
- Rodríguez-Catón, M., R. Villalba, M. S. Morales, and A. M. Srur. 2016. Influence of droughts on *Nothofagus pumilio* forest decline across northern Patagonia, Argentina. *Ecosphere* 7:e01390. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1390>.
- Schulte, S., and K. A. Miller. 2010. Wildfire Risk and Climate Change: The Influence on Homeowner Mitigation Behavior in the Wildland-Urban Interface. *Society and Natural Resources* 23(5):417-435. doi:10.1080/08941920903431298.
- Seidl, R., T. A. Spies, D. L. Peterson, S. L. Stephens, and J. A. Hicke. 2016. REVIEW: Searching for resilience: addressing the impacts of changing disturbance regimes on forest ecosystem services. *Journal of Applied Ecology* 53:120-129. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12511>.
- Stewart, S. I., V. C. Radeloff, R. B. Hammer, and T. J. Hawbaker. 2007. Defining the wildland-urban interface. *Journal*

- of Forestry 105(4):201-207. <https://doi.org/10.1093/jof/105.4.201>.
- Spinoni, J., P. Barbosa, E. Buchignani, J. Cassano, T. Cavazos, et al. 2020. Future global meteorological drought hotspots: a study based on CORDEX data. *Journal of Climate* 33(9):3635-3661. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-0084.1>.
- Srur, A., M. M. Amoroso, I. A. Mundo, M. S. Morales, M. Rodríguez-Catón, et al. 2020. Forest dynamics in the Argentinean Patagonian Andes Lessons learned from dendroecology. Pp. 171-201 en M. Pompa-García, J. J. Camarero (eds.). *Latin American Dendroecology: Combining tree-ring sciences and ecology in a mega diverse territory*. Springer, Cham, New York, USA. https://doi.org/10.1007/978-3-030-36930-9_8.
- Suarez, M. L., L. Ghermandi, and T. Kitzberger. 2004. Factors predisposing episodic drought-induced tree mortality in *Nothofagus*—site, climatic sensitivity and growth trends. *Journal of Ecology* 92:954-966. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2004.00941.x>.
- Suarez, M. L., and T. Kitzberger. 2010. Differential effects of climate variability on forest dynamics along a precipitation gradient in northern Patagonia. *Journal of Ecology* 98:1023-1034. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2010.01698.x>.
- Tiribelli, F., J. M. Morales, J. H. Gowda, M. Mermoz, M., and T. Kitzberger. 2019. Non-additive effects of alternative stable states on landscape flammability in NW Patagonia: fire history and simulation modelling evidence. *International Journal of Wildland Fire* 28(2):149-159. <https://doi.org/10.1071/WF18073>.
- Tiribelli, F., J. Paritsis, I. Barberá, and T. Kitzberger. 2024. Spatial and temporal opportunities for forest resilience promoted by burn severity attenuation across a productivity gradient in north western Patagonia. *International Journal of Wildland Fire* 33(2). <https://doi.org/10.1071/WF23098>.
- Veblen, T. T., T. Kitzberger, R. Villalba, and J. Donnegan. 1999. Fire history in Northern Patagonia: the roles of humans and climatic variation. *Ecological Monographs* 69:47-67. <https://doi.org/10.2307/2657194>.
- Veblen, T. T., T. Kitzberger, E. Raffaele, and D. C. Lorenz. 2003. Fire History and Vegetation Changes in Northern Patagonia, Argentina. Pp. 265-293 en T. T. Veblen, W. L. Baker, G. Montenegro and T. W. Swetnam (eds.). *Fire and Climatic Change in Temperate Ecosystems of the Western Americas*. Springer-Verlag, New York, USA. https://doi.org/10.1007/0-387-21710-X_9.
- Veblen, T. T., T. Kitzberger, E. Raffaele, M. Mermoz, M. E. Gonzalez, et al. 2008. The historical range of variability of fires in the Andean-Patagonian *Nothofagus* forest region. *International Journal of Wildland Fire* 17:724-741. <https://doi.org/10.1071/WF07152>.
- Veblen, T. T., A. Holz, J. Paritsis, E. Raffaele, T. Kitzberger, and M. Blackhall. 2011. Adapting to global environmental change in Patagonia: what role for disturbance ecology? *Austral Ecology* 36:891-903. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2010.02236.x>.
- Whitlock, C., P. L. Moreno, and P. Bartlein. 2007. Climatic controls of Holocene fire patterns in southern South America. *Quaternary Research* 68:28-36. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2007.01.012>.