



MACROSCOPIA

Divulgación técnico científica del patrimonio natural
y cultural del Parque Nacional Nahuel Huapi


■ **Eficiencia energética** para lograr mejor
calidad de vida y cuidar el ambiente
Betina Cardoso

■ **Relevamiento satelital de severidad y
estimaciones de trayectorias sucesionales
de bosques afectados por el Incendio
Steffen-Martin 2021-22, PN Nahuel Huapi**
T. Kitzberger, J. Paritsis, J. Gowda, R. González Musso,
F. Tiribelli, J. Grosfeld, P. Presti, M. Bari, A. Carp,
R. Giménez, M. Lípori

■ **¿Qué sabemos sobre la Gaviota Cocinera
que vive en el Lago Nahuel Huapi?**
Rosciano Natalia G.

■ **Los aportes nutricionales de los hongos
comestibles del P.N. Nahuel Huapi**
Rúgolo M.; González G.; Masera P.; Barroetaveña C.

■ **Factores que afectan las dinámicas
de los arroyos andinos del norte de
la Patagonia**
Sosnovsky Alejandro, Fernández María Valeria,
Rechencq Magalí, Lallement Mailén Elizabeth,
Zattara Eduardo Enrique, Cantet Rodolfo Juan
Carlos & Feijóo Claudia Silvana

 **C·E·N·A·C**
Parque Nacional
Nahuel Huapi
www.cenacbariloche.com.ar

www.nahuelhuapi.gov.ar/macroscopia



Este código QR te llevará al sitio del CENAC,
Programa de Estudios Aplicados a la Conservación
del Parque Nacional Nahuel Huapi

PARQUE NACIONAL
NAHUEL HUAPI



Editor responsable:

Departamento de Conservación y Educación Ambiental
Intendencia del Parque Nacional Nahuel Huapi
San Martín 24 - (8400) S.C. de Bariloche
Tel.:(0294) 4423111 - macroscopia2015@gmail.com

Director:

María Susana Seijas

Editor en Jefe:

Flavia Quintana

Equipo Editorial:

Sebastián Ballari
María Noelia Barrios García Moar
Gloria Fernandez Cánepa
Julieta Massaferrero
Horacio Paradela
Carla Pozzi

Diseñador gráfico:

Demián Belmonte

[INDICE]

Eficiencia energética para lograr mejor calidad de vida y cuidar el ambiente

Betina Cardoso 3

Relevamiento satelital de severidad y estimaciones de trayectorias sucesionales de bosques afectados por el Incendio

Steffen-Martin 2021-22,
Parque Nacional Nahuel Huapi
Thomas Kitzberger, Juan Paritsis, Juan Gowda,
Romina González Musso, Florencia Tiribelli,
Javier Grosfeld, Paula Presti, Marcelo Bari,
Anabella Carp, Roxana Giménez, Mariana Lípori 8

¿Qué sabemos sobre la Gaviota Cocinera que vive en el Lago Nahuel Huapi?

Rosciano Natalia G. 15

Los aportes nutricionales de los hongos comestibles del Parque Nacional Nahuel Huapi

Rugolo M.; González G.; Masera P.; Barroetaveña C. 23

Factores que afectan las dinámicas de los arroyos andinos del norte de la Patagonia

Sosnovsky Alejandro, Fernández María Valeria,
Rechencq Magalí, Lallement Mailén Elizabeth,
Zattara Eduardo Enrique, Cantet Rodolfo Juan Carlos
& Feijoó Claudia Silvana 30

Foto de tapa: Gabriela Gozález



Relevamiento satelital de severidad y estimaciones de trayectorias sucesionales de bosques afectados por el Incendio Steffen-Martin 2021-22, Parque Nacional Nahuel Huapi

Thomas Kitzberger¹, Juan Paritsis¹, Juan Gowda¹,
Romina González Musso¹, Florencia Tiribelli¹,
Javier Grosfeld², Paula Presti², Marcelo Bari³,
Anabella Carp³, Roxana Giménez², Mariana Lípori⁴

¹ INIBIOMA-CONICET/Universidad Nacional del Comahue,
S. C. Bariloche (RN), Argentina

² Dirección Regional Patagonia Norte - Administración de P.N.

³ Parque Nacional Nahuel Huapi - Administración de P.N.

⁴ Dirección Nacional de Conservación - Administración de P.N.

[Resumen]

Este trabajo evalúa la severidad del Incendio Steffen-Martin ocurrido en el Parque Nacional Nahuel Huapi entre diciembre del 2021 y abril del 2022. La severidad de un incendio es un descriptor del impacto ambiental del fuego y un factor determinante para explicar la respuesta del ecosistema a este disturbio. Se utilizaron imágenes satelitales (Sentinel 2) para estimar un índice de severidad del fuego utilizando las categorías sugeridas por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). También se realizó un análisis de las posibles trayectorias de los ecosistemas boscosos distinguiendo entre áreas de posible regeneración natural y áreas de potencial pérdida del bosque. De acuerdo a las estimaciones realizadas con herramientas de teledetección satelital, el incendio abarcó un total de 8.363 hectáreas y los tipos forestales más afectados fueron (en orden decreciente) los bosques mixtos de coihue y ciprés, bosques de coihue, matorrales mixtos, bosques de lenga, ñirantales, bosques de ciprés, arbustales nativos, herbáceas y subarbustos, eriales y vegetación exótica. De no mediar acciones de restauración activa, aproximadamente 38% de la superficie original de bosques se perderían, es decir que serían reemplazadas por otros ecosistemas como matorrales o pastizales, mientras que 62% de la superficie original de bosques en el largo plazo podrían recuperar su composición original a través de mecanismos de regeneración natural. Se enumeran acciones para la restauración y el monitoreo de las áreas afectadas. Por último, se enfatiza que la sistematización del relevamiento de severidad y pérdida potencial de tipos forestales aplicada en este trabajo resulta útil como marco de acción para aplicar en futuros incendios en la región Andino Patagónica.

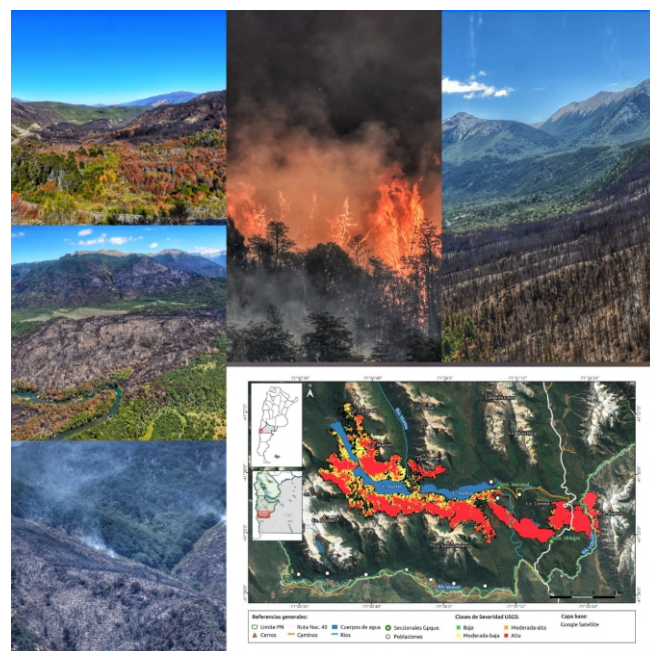
[Abstract]

This work evaluates the forest fire severity of the Steffen-Martin fire, which occurred in Nahuel Huapi National Park between December 2021 and April 2022. Fire severity is a descriptor of environmental fire impact and a determining factor to explain the response of the ecosystem to this disturbance. Satellite images (Sentinel 2) were used to estimate a fire severity index using the categories suggested by USGS. An analysis of the possible trajectories of forest ecosystems was also performed, distinguishing between possible natural regeneration and potential forest loss areas. According to estimates made with satellite remote sensing tools, the fire covered a total of 8,363 hectares, and the most affected forest types were (in decreasing order) mixed coihue and cypress forests, coihue forests, mixed shrublands, lenga forests, ñirantales, cypress forests, native shrublands, herbaceous and sub-shrubs, wastelands and exotic vegetation. With no active restoration, about 38% of the original forest area would be lost, being replaced by other ecosystems such as scrub or grassland. In comparison, 62% of the initial forest area could recover its original composition through natural regeneration mechanisms over a long-term period. Actions for restoration and monitoring of affected areas are listed. It is emphasized that the systematization of the survey of severity and potential loss of forest types applied in this work is helpful as an action framework for future fires in the Andean Patagonian region.

Contribución al Parque Nacional Nahuel Huapi



El trabajo presenta la aplicación de una herramienta sencilla, de utilidad para el análisis primario del impacto ambiental de los incendios en el Parque Nacional (PN) y en las áreas protegidas de la región. Además, ofrece recomendaciones de restauración y rehabilitación ambiental para el incendio de mayor superficie del PN a pocos meses de sucedido, siendo un apoyo para el trabajo de las áreas técnicas del parque.



Introducción

Este trabajo evalúa la severidad del Incendio Steffen-Martin ocurrido en el Parque Nacional Nahuel Huapi (PNNH) entre diciembre del 2021 y abril del 2022. Este Gran Incendio Forestal (GIF) afectó unas 8000 hectáreas y fue causado por una tormenta de rayos el 7 de diciembre de 2021. Este es el incendio de mayor superficie registrado en el PNNH desde su creación y comparte características con otros GIF ocurridos en el bosque andino patagónico: inician en las zonas más húmedas del ambiente donde hay mayor carga de combustible, afectan el gradiente de vegetación desde el bosque húmedo hasta el ecotono, presentan gran intensidad y velocidad de propagación, gran desarrollo de columnas convectivas, saltan barreras naturales (lagos, ríos) y no pueden ser controlados por los medios de extinción hasta el fin de la temporada de incendios. Los incendios forestales pueden alterar desde la estabilidad de los ecosistemas, cambiando su estructura y composición, hasta los bienes y servicios que estos bosques prestan. La cantidad y duración de la transferencia de calor determina la severidad del impacto, y conocer esta información es importante para mantener los ecosistemas a largo plazo (Neary et al. 2015) y orientar la gestión de su conservación. No existe una definición unívoca de la severidad del fuego (Keeley 2009), sin embargo, usualmente este término se emplea para referirse al nivel de daño o perturbación causada por el fuego en la totalidad del ecosistema o en alguna de sus características. Se considera un descriptor de impacto ambiental y un factor determinante para explicar la respuesta del ecosistema al fuego (Lentile et al. 2006; Neary et al. 2015).

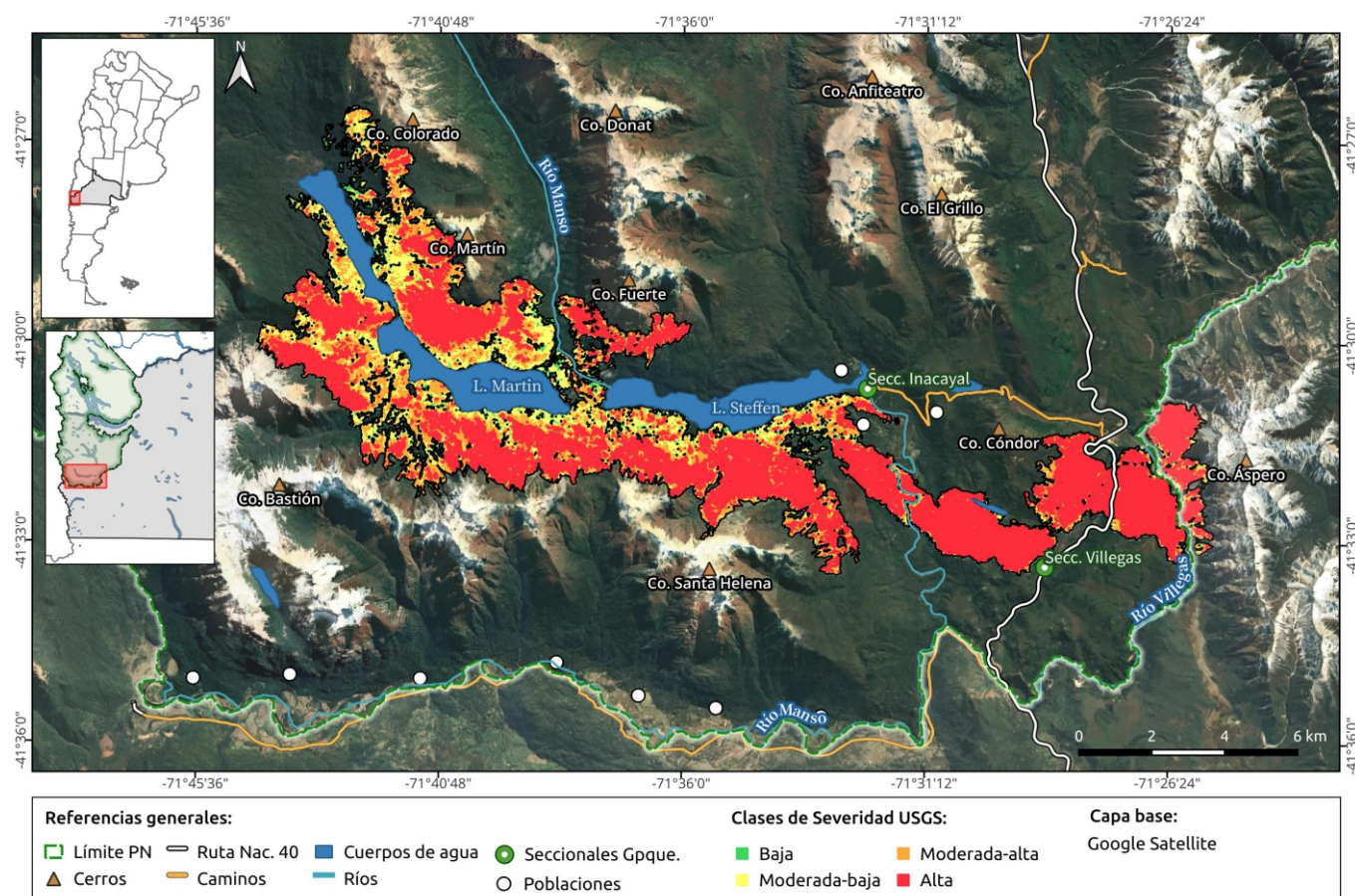
El objetivo general de este trabajo es realizar un primer análisis de la afectación de la vegetación por el Incendio Steffen-Martin utilizando sensores remotos para estimar un índice de severidad, con el fin de obtener un análisis temprano del potencial daño ocurrido en el sector, a escala de paisaje y por unidades vegetales. Junto al análisis de severidad, se aporta también un análisis de las posibles trayectorias de los ecosistemas boscosos distinguiendo entre áreas de posible regeneración natural y áreas de potencial pérdida del bosque y reemplazo por otras comunidades no arbóreas. Finalmente se ofrecen conclusiones y recomendaciones útiles para la toma de decisiones tendientes a recuperar el área afectada en el marco de un Plan de Rehabilitación establecido por autoridades y agentes de conservación.

Figura 1.
Mapa de ubicación y categorías de severidad según USGS del Incendio Steffen-Martin 2021-22, PN Nahuel Huapi, basadas en el índice rdNBR.

Descripción del área de estudio y comportamiento general del fuego

En la zona sur del PNNH se encuentra un valle estrecho entre laderas con fuertes pendientes, ocupado por los lagos Martin y Steffen que se caracteriza por su baja altitud (500 msnm) y por estar rodeado de cerros de más de 2.000 msnm. Previo al incendio, el área presentaba bosques de ciprés, coihue, mixtos de coihue-ciprés, especies valdivianas, lenga y matorrales de ñire y caña con otras especies arbustivas. Algunos sectores presentaban ejemplares de alerces y arrayanes, mientras que en otros se observaban pastizales, mallines y eriales rocosos. Existe un único acceso vehicular con horarios de ingreso y egreso, una seccional de guardaparque y tres poblaciones representadas por las familias Montero, Schvoumker y Figueroa, que realizan actividad ganadera mayormente extensiva, y brindan servicios turísticos. Como antecedente se registra un incendio en 1907 que habría afectado gran parte de la cuenca del Río Manso Medio e Inferior, incluyendo los actuales parajes de El Manso y Villegas, como así también, los asentamientos de las poblaciones actuales del Steffen. El área circundante al Lago Steffen pertenece a la categoría de conservación de "Parque Nacional", mientras que el área del Lago Martin y cerros circundantes a la de "Reserva Natural Estricta", siendo ésta última la máxima categoría de conservación de la Administración de Parques Nacionales (APN). Esta designación se debe al buen estado de conservación de sus bosques y su biodiversidad particular, asociada a antiguos bosques mixtos de coihue-ciprés y flora valdiviana (Plan de Gestión del Parque Nacional Nahuel Huapi, 2019), que le confieren el carácter de área intangible, por lo cual no hay sendas ni uso público en este sector y el acceso es sólo lacustre. A su vez, el área pertenece a la zona centro de la Reserva de Biósfera Andino Norpatagónica (UNESCO).

El incendio estuvo activo desde finales de la primavera a comienzos del otoño austral. Se inició el 7 de diciembre de 2021 a causa de una tormenta eléctrica que generó 4 focos: 3 sobre el cerro Bastión, en la margen S del Lago Martin, y uno sobre el cerro Santa Elena, en la margen S del Lago Steffen. Quedó controlado el 19 de marzo y se declaró extinto el 12 de abril de 2022. Este incendio inició en laderas de exposición norte y se extendió tanto hacia el este como hacia el oeste, propagándose a las laderas con exposición sur de los cerros Martin y Colorado al cruzar el estrecho del Lago Martin (Fig. 1). El fuego afectó distintos parches de combustible en diferentes condiciones topográficas y meteorológicas, en algunos sectores propagándose con fuego intenso a través de las copas y en otros por superficie con menor velocidad y gran consumo del combustible muerto en el suelo.



Métodos

Usando la plataforma Sentinel Hub (<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>) se descargaron imágenes multispectrales Sentinel 2 (European Space Agency) de los días 06/12/2021 y 11/03/2022 para analizar la reflectancia pre y post-incendio. Ambas imágenes se proyectaron al Sistema de Referencia de Coordenadas POSGAR 2007 Faja 1 en ArcMap 10. Se calculó el índice rdNBR siguiendo la metodología de Parks et al. (2014) y se estimó la severidad del fuego utilizando las categorías: baja, moderada-baja, moderada-alta, alta sugeridas por el USGS. Resulta importante aclarar que la severidad medida a través de índices derivados de sensores ópticos satelitales refleja solo los cambios de reflectancia determinados por la pérdida de la cobertura vegetal o por la mortalidad inducida por los efectos del fuego. Sin embargo, éstas no necesariamente se corresponden con las determinaciones registradas en el terreno ya que los sensores satelitales tienen dificultad para determinar efectos que ocurren debajo del dosel (por ej. fuego de superficie que se extiende por el sotobosque sin provocar daños en el estrato superior). Las estimaciones de severidad derivadas de esta manera no deben ser confundidas con los efectos que puede tener el fuego a largo plazo.

El área total del incendio se estimó con la sumatoria de todos los píxeles con categoría de severidad superior a baja. Las categorías de severidad se clasificaron en polígonos que posteriormente fueron intersectados con los polígonos correspondientes a los tipos forestales y coberturas del suelo elaborados por CIEFAP, MADyS (2016), obteniéndose el área quemada por severidad y tipo forestal/cobertura del suelo. Esta metodología fue implementada usando el lenguaje de programación R (R Core Team, 2022) y Google Earth Engine. Los datos y el código se encuentran disponibles en el repositorio de GitHub (https://github.com/romina-gonzalez-musso/Severidad_Incendio-Steffen-Martin22) para ser utilizado en futuros incendios.

Las áreas y distribución de regeneración potencial para los tipos forestales dominados por especies que regeneran por semilla (coihue, coihue-ciprés, ciprés y lenga) fueron estimadas de las áreas de estos tipos forestales con severidades baja y moderada-baja, y sus áreas buffer (30 m de ancho) circundantes o de bosques no quemados. Las áreas de pérdida potencial se obtuvieron restando regeneración potencial a las áreas afectadas por el incendio.

Resultados

Tamaño y severidad

El relevamiento satelital reveló que los sectores quemados en alguna de las 4 categorías de severidad abarcó un total de 8.363 hectáreas (Fig. 1). Los tipos forestales más afectados en orden decreciente fueron los bosques mixtos de coihue y ciprés, bosques de coihue, matorrales mixtos, bosques de lenga, ñirantales, bosques de ciprés, arbustales nativos, herbáceas y subarborescentes, eriales y vegetación exótica.

Los bosques afectados con menor severidad fueron los coihuales (30% alta, Fig. 2.a) y los bosques mixtos de coihue y ciprés (39% alta, Fig. 2.b y Fig. 3.a), mientras que los cipresales y lengales mostraron mayor severidad (70% y 52% alta respectivamente, Fig. 2.c y 2.d; Fig. 3.c, 3.d y 3.f). Los sistemas rebrotantes como los ñirantales y matorrales mixtos, mostraron la máxima severidad (92% y 83% alta, respectivamente, Fig. 2.e y 2.f; Fig. 3.e).

Dentro de los bosques de coihue y mixtos de coihue y ciprés, sectores cercanos a la costa del Lago Martín y cañadones o sectores más húmedos de la cabecera NO de este lago, muestran severidades bajas o moderadas-bajas, mientras que las laderas medias o altas, o bosques más orientales, muestran severidades mayores (Fig. 2.a y 2.b, Fig. 3). En los bosques de ciprés la severidad baja se distribuye de forma dispersa posiblemente siguiendo roquedales y sectores de baja productividad (Fig. 2.c; Fig. 3). Por su parte, los lengales muestran bandas de severidad baja restringidas a los bordes superiores del incendio y en la margen N de la cabecera NO del Lago Martín (Fig. 2.d). En cuanto a los sistemas rebrotantes, no se identifica un patrón espacial claro de la categoría de severidad baja.

Trayectorias potenciales de bosques

Se estima que de las 5.612 ha de bosque afectadas, aproximadamente 2.112 ha (38% de la superficie original) se perderían de no mediar acciones de restauración activa y serían reemplazadas por otros ecosistemas como matorrales y pastizales. Aproximadamente 3500 ha (62% de la superficie original de bosques) podrían recuperar su composición original a largo plazo a través de mecanismos de regeneración natural (Tabla 1).

Los bosques de coihue y bosques mixtos de coihue y ciprés muestran la mayor capacidad de regeneración potencial (74% y 64% de su superficie, respectivamente, Tabla 1., Fig. 4.a y 4.b). Las áreas de pérdida de estos bosques son laderas medias afectadas por severidad alta que podrían transformarse en cañaverales y otros matorrales mixtos (Fig. 4.a y 4.b). Los cipresales son los bosques que en el corto plazo mostrarían mayores pérdidas (55% de su superficie original, Tabla 1), siendo posiblemente reemplazados por matorrales mixtos (Fig. 4.c). Sin embargo, debido a la capacidad de establecerse bajo el dosel del matorral, la recuperación de largo plazo del bosque de ciprés por sucesión y reemplazo podría ser mayor a la estimada. Finalmente, los bosques de lenga muestran tasas de pérdida considerables (46% de su superficie original, Tabla 1). Las áreas de pérdida se concentran en sectores de severidad alta en el límite inferior de distribución de este tipo forestal, mientras que aparece un cinturón de regeneración potencial en el límite superior del incendio así como en sectores con severidad baja en el margen N de la cabecera NO del Lago Martín (Fig. 4.d).

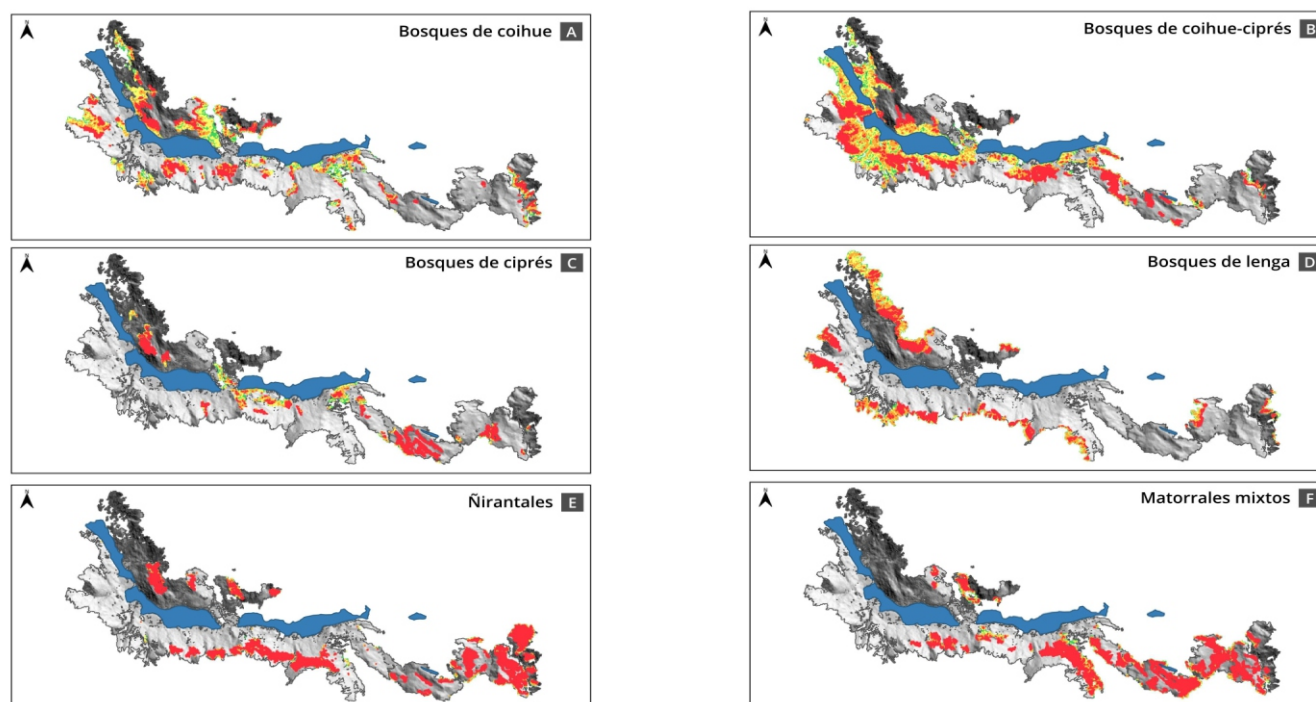


Figura 2. Categorías de severidad (USGS) del Incendio Steffen-Martin 2021-22, PN Nahuel Huapi, basadas en el índice rdNBR del 6/12/2021 (pre-incendio) y 11/3/2022 (post-incendio) por tipo de vegetación. Los tonos de gris se obtuvieron de un modelo de elevación digital y simulan el sombreado topográfico a través de un efecto combinado de orientación y pendiente (tonos más oscuros para laderas sombrías de orientación S con pendientes pronunciadas y tonos claros para laderas soleadas de orientación N).

Conclusiones y recomendaciones para la restauración y monitoreo

El incendio Steffen-Martin abarcó un total de 8.363 hectáreas de acuerdo a la clasificación con sensores remotos, afectadas a lo largo de 4 meses durante el período estival de Norpatagonia. Si bien 73% de la superficie total fue afectada con las máximas categorías de severidad, se espera que más del 60% del área se recupere naturalmente ya que las especies que fueron mayormente afectadas son rebrotantes (Fig. 5). Sin embargo, se detectó un importante impacto en los bosques de lenga, que se caracterizan por ser sensibles al fuego y su regeneración se ve limitada en laderas con mayor exposición (como las afectadas; Kitzberger et al. 2005) y en períodos de baja precipitación y elevadas temperaturas como los que se pronostican (Kitzberger et al. 2014, 2022). Así, el lengal requerirá un monitoreo y diseño de restauración particular. Otra especie arbórea cuya regeneración podría ser afectada es el ciprés. Este podría encontrar refugios por ejemplo, en afloramientos rocosos (Landesmann et al. 2015) o restablecerse desde el matorral post-fuego en la medida en que se controle el ramoneo del ganado.

El mapeo de severidad de fuego y de trayectorias potenciales de bosque sirve como insumo para el desarrollo de un Plan integral de manejo del área afectada por el incendio. Algunas recomendaciones generales a tener en cuenta para el desarrollo de este plan son:

- La regeneración natural puede ser afectada por la presencia de ganado (de pobladores y asilvestrado) y por la extracción de productos forestales (leña o madera). Las áreas identificadas en este informe como de regeneración potencial deben ser protegidas contra la acción de ramoneo y pisoteo del ganado. Se sugieren acciones de manejo ganadero doméstico acordes y acciones de control del ganado bagual, así como la prohibición de extracción de leña, madera y otros productos no madereros en dichos sectores.
- En los sitios disturbados por fuego es alta la posibilidad de colonización de especies de plantas exóticas, por lo que es importante minimizar la posibilidad de llegada de sus semillas u otros propágulos. Se recomienda diseñar, en conjunto con las poblaciones, clausuras y metodologías de manejo que

eviten el ingreso de ganado a sectores que se identifiquen como de alta prioridad de rehabilitación. El tránsito y aprovechamiento forestal en esos sitios debería evitarse. Se recomienda monitorear e implementar acciones de control sobre la población local de jabalí europeo, ya que es otro dispersor de vegetación exótica. A su vez, se recomienda monitorear las líneas de control y cortafuegos.

Se espera que los parches dominados por especies rebrotantes recuperen rápidamente su composición y estructura original independientemente de la severidad del fuego. Por ende, no se recomienda realizar acciones de restauración activa en matorrales mixtos, ñirantales, arbustales nativos, vegetación herbácea y subarbus-tos, eriales y mallines. Las actividades ganaderas y extractivas pueden redirigirse hacia estas comunidades más resistentes al fuego, siempre en niveles moderados de carga o presión de extracción.

Tipo forestal	Pérdidas potenciales de bosques		Regeneración potencial de bosques		Área total de bosques afectados
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)
Bosques de coihue	357	26	1015	74	1372
Bosques mixtos de coihue y ciprés	892	36	1585	64	2477
Bosques de ciprés	316	55	258	45	574
Bosques de lenga	547	46	642	54	1189
Total	2112	38	3500	62	5612

Tabla 1. Áreas totales y porcentuales de pérdida y regeneración potencial del Incendio de Steffen-Martin 2021-22, PN Nahuel Huapi.

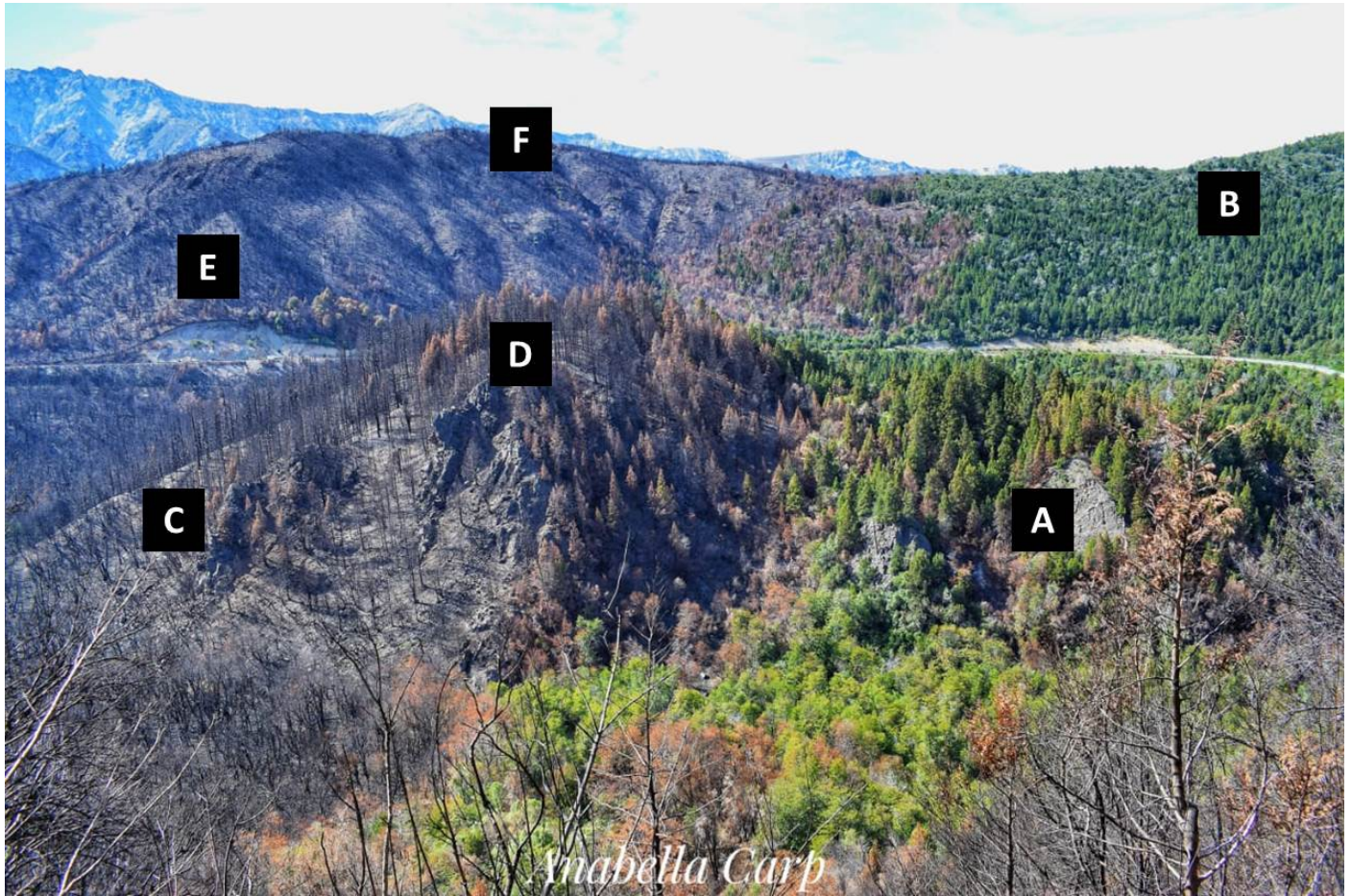


Figura 3. Ejemplos fotográficos de las categorías de severidad sobre los distintos tipos forestales: A) Bosque de coihue-ciprés afectado con severidad baja, B) ciprésal sin quemar, C) ciprésal afectado con severidad alta, D) ciprésal afectado con severidad moderada-alta, E) matorral mixto y ñirantales afectados con severidad alta, F) lenga afectado con severidad alta.

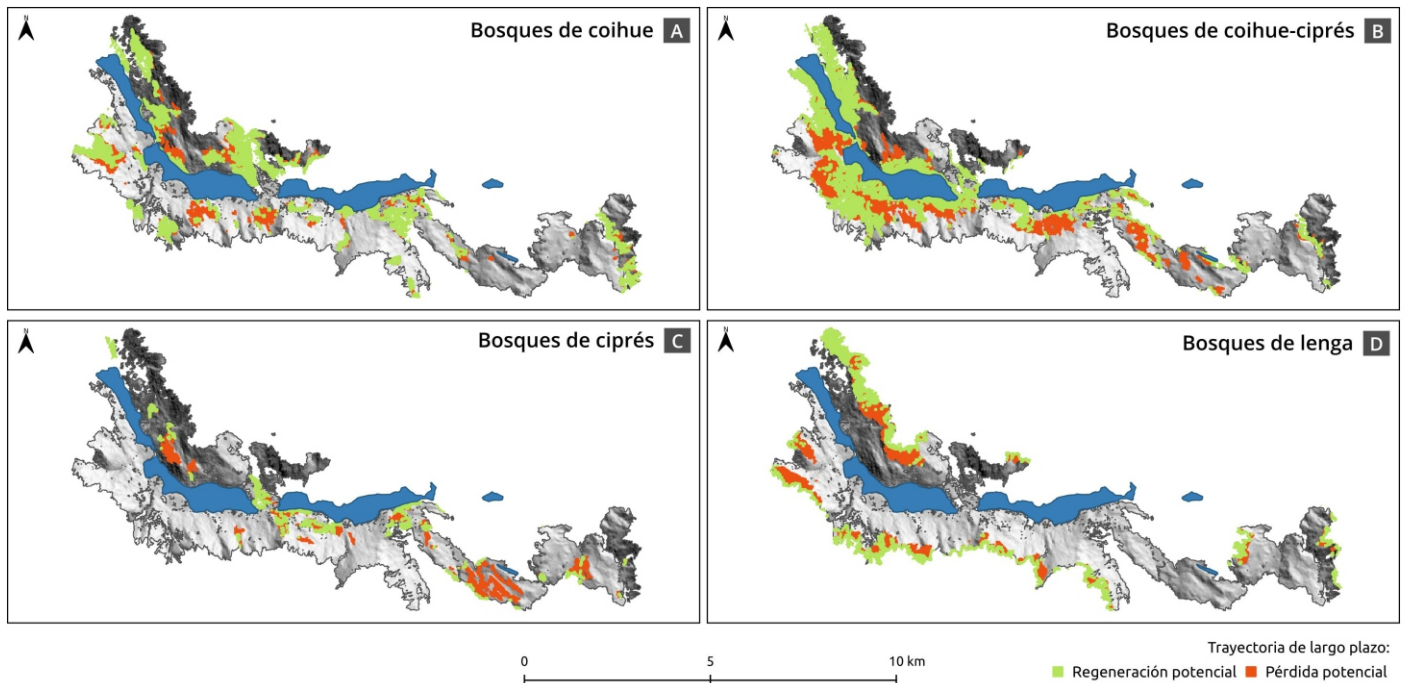


Figura 4. Trayectorias potenciales de largo plazo de los distintos tipos de vegetación del Incendio Steffen-Martin 2021-22, PN Nahuel Huapi. Las áreas de regeneración potencial (color verde) se componen de bosques quemados con severidades baja y moderada-baja y áreas quemadas a menos de 30 m de las mismas o de bosques no quemados. Las pérdidas proyectadas corresponden a áreas de bosque quemadas con severidad alta o moderada-alta (color naranja).

Se recomienda dirigir esfuerzos de restauración activa en los sectores de pérdida potencial de bosque. Dentro de estas áreas se recomienda seleccionar micrositios más aptos para la supervivencia de plántulas y renuevos, como laderas con orientaciones S o E más húmedas, pendientes suaves a moderadas y sitios accesibles.

La restauración/reforestación debe realizarse con la/s especie/s originalmente dominantes del tipo forestal afectado. No reforestar con especies rebrotantes aunque estuvieran originalmente en el sitio ya que éstas retornarán espontáneamente.

En la medida de lo posible utilizar genotipos locales, plantas grandes y rustificadas a condiciones de alta radiación y sequía.

En los sitios de no rebrotantes (lengales, cipresales, coihuales, bosques mixtos de coihue y ciprés) afectados con severidad alta, y que presentan pendientes fuertes (laderas superiores, cañadones, etc.), pueden darse procesos de erosión hídrica o deslaves. Se sugieren estudios ulteriores para identificar con mayor precisión los sitios críticos que podrían experimentar estos fenómenos a los fines de definir acciones de mitigación (por ej., mediante la creación de fajinas/terrazas de contención). Se sugiere analizar con prioridad el sector del cajón del Villegas, la angostura entre el Lago Martín Chico y grande, las laderas contiguas a las poblaciones afectadas y a la senda de la huella andina.

Los valores de conservación definidos en el Plan de Gestión del PNNH pueden haberse visto afectados por los distintos grados de severidad. Se recomienda realizar diagnóstico de campo/monitoreo en el tiempo, en parcelas permanentes, en: 1) Sitios definidos como de regeneración potencial de bosque en todas sus composiciones, discriminando sectores con y sin ganado; 2) Sitios definidos como de pérdida potencial de bosque en todas sus composiciones; 3) Parcelas con acciones de restauración activa; 4) Sitios con riesgos de erosión hídrica y peligro de deslaves.

Se sugiere ampliar el análisis para identificar prioridades de rehabilitación, problemas de conservación y uso, etc., incorporando al mapa de severidad información espacial de: distribución de fauna, flora de valor especial, topografía, hidrología, usos, zonificación, recursos culturales, etc.

Se sugiere repetir el análisis de severidad con imágenes post-incendio de los meses de verano 2022-23 teniendo en cuenta que el presente trabajo muestra el efecto inmediato del fuego sobre la vegetación.

Tanto la caracterización de severidades como la metodología empleada para evaluar la regeneración y pérdida potencial de coberturas de vegetación constituyen insumos clave para la toma de decisiones de manejo en un área incendiada. Es por ello que la estandarización de las metodologías aplicadas en este trabajo resulta útil como marco de acción en futuros incendios en la región Andino Patagónica.

Glosario

Severidad de incendio: cambio observado sobre la vegetación y el suelo de un ecosistema (pérdida de biomasa y materia orgánica) como consecuencia del efecto del fuego (Keeley 2009, Parks et al. 2014)

Restauración: proceso de ayudar en la recuperación y restablecimiento de la estructura y funcionamiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido a causa de un disturbio, en este caso, por el fuego.

Rehabilitación: acciones post-fuego tendientes a mejorar las funciones de un ecosistema sin retornar necesariamente a las condiciones previas a la perturbación. Generalmente se enfatiza la restauración de los procesos y las funciones del ecosistema para incrementar el flujo de bienes y servicios para los seres humanos.



Figura 5. Rebrote basal en una especie típica de matorral (ñire) en un sector afectado con severidad alta por el incendio. Fecha: febrero de 2022.

Agradecimientos

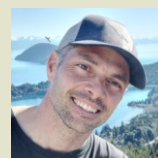
Agradecemos a las autoridades de nuestras dependencias: PNNH (Parque Nacional Nahuel Huapi), DRPN (Dirección Regional Patagonia Norte), DNC (Dirección Nacional de Conservación- APN), CCT Patagonia Norte (CONICET), AUSMA (UNCo) e INIBIOMA (UNCo- CONICET), quienes permitieron la conformación de este equipo multidisciplinario e inter-institucional. Finalmente agradecemos a los combatientes, guardaparques, personal técnico y administrativo de APN, SPLIF, SNMF servicios provinciales de manejo del fuego, Bomberos Voluntarios, Policía Federal, así como a los pilotos, por el trabajo y tiempo dedicado en las tareas técnicas, operativas y logísticas durante el desarrollo del incendio.

Bibliografía consultada

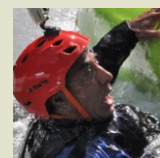
- CIEFAP, MAYDS. 2016. Actualización de la Clasificación de Tipos Forestales y Cobertura del Suelo de la Región Bosque Andino Patagónico. Informe Final.
- Keeley, L.J. 2009. Fire intensity, fire severity and burn severity: a brief review and suggested usage. *International Journal of Wildland Fire* 18: 116–126.
- Kitzberger, T., E. Raffaele, K. Heinemann y M.J. Mazzarino. 2005. Effects of fire severity in a north Patagonian subalpine forest. *Journal of Vegetation Science* 16: 5-12.
- Kitzberger, T., M. Blackhall, L. Cavallero, L. Ghermandi, J. Gowda, K. Heinemann, E. Raffaele, J. Sanguinetti, M.L. Suarez & N.T. Bucardo. 2014. Capítulo 2: Comunidades Dinámicas. En: Raffaele, E., M. de Torres Curth, C.L. Morales & T. Kitzberger (eds.). *Ecología e Historia Natural de la Patagonia Andina: un Cuarto de Siglo de Investigación en Biogeografía, Ecología y Conservación*. 1a ed. Fundación de Historia Natural Félix de Azara, CABA, Argentina.
- Kitzberger, T., F. Tiribelli, I. Barberá, J.H. Gowda, J.M. Morales, L. Zalazar y J. Paritsis. 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* 839: 156303, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156303>.
- Landesmann, J.B., J.H. Gowda, L.A. Garibaldi y T. Kitzberger. 2015. Survival, growth and vulnerability to drought in fire refuges: implications for the persistence of a fire-sensitive conifer in northern Patagonia. *Oecologia* 179: 1111-1122.
- Lentile Leigh, B., Z.A. Holden, A.M.S. Smith, M.J. Falkowski, A.T. Hudak, P.Morgan, S.A. Lewis, P.E. Gessler y N.C. Benson. 2006. Remote sensing techniques to assess active fire characteristics and post-fire effects. *International Journal of Wildland Fire* 15: 319–345.
- Neary, D. & L. Jackson. 2015. Chapter 3: Wildland fire: Impacts on Forest, Woodland, and Grassland Ecological Processes. En: A. J. Bento Gonçalves, A. J. & A. A. Batista Vieira (eds.). *Wildland Fires - A Worldwide Reality*. Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Air, Water, and Aquatic Environments Program, U.S.D.A., USA.
- Parks, S.A, G.K Dillon y C. Miller. 2014. A new metric for quantifying burn severity: the relativized burn ratio. *Remote Sensing* 6: 1827-1844.
- R Core Team. 2022. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.



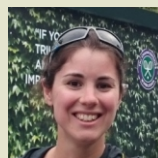
Thomas Kitzberger



Juan Paritsis



Juan Gowda



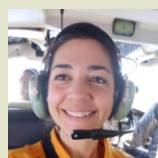
Romina González Musso



Florencia Tiribelli



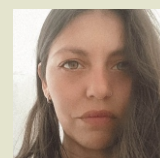
Javier Grosfeld



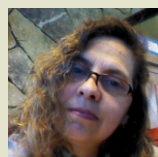
Paula Presti



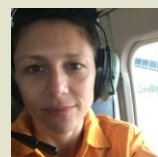
Marcelo Bari



Anabella Carp



Roxana Giménez



Mariana Lipori

El informe fue realizado con el fin de brindar un primer análisis de la afectación de la vegetación por el incendio Steffen-Martin en el PN Nahuel Huapi, utilizando sensores remotos. Se aporta también un análisis de las posibles trayectorias de los ecosistemas boscosos distinguiendo entre áreas de posible regeneración natural y áreas de potencial pérdida del bosque y reemplazo por otras comunidades no arbóreas. Finalmente se ofrecen una serie de conclusiones y recomendaciones que esperamos sean utilizadas en la toma de decisiones por parte de las autoridades y agentes de conservación del PN Nahuel Huapi, como ejes para las acciones a desarrollar en el marco del plan de rehabilitación.

El mismo fue elaborado en el marco del trabajo del equipo multidisciplinario conformado entre el grupo de Dinámica de Bosques del Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente, INIBIOMA - CONICET/UNComa: Dr. Thomas Kitzberger, Dr. Juan Paritsis, Dr. Juan Gowda, Tec. Ftal. Mg. Romina González Musso y Dra. Florencia Tiribelli; el PN Nahuel Huapi: Gpque. Marcelo Bari y Tec. Ftal. Anabella Carp; la Dirección Regional Patagonia Norte: Dra. Paula Presti y Tec. Ftal. Roxana Giménez y la Dirección Nacional de Conservación: Lic. Mariana Lipori. Dicho equipo se conformó por solicitud del Dr. Javier Grosfeld, quien fuera Director de la DRPN durante el evento.