

# Impacto de los incendios en el Parque San Cayetano: un enfoque ecológico con herramientas tecnológicas

## Impact of Wildfires in San Cayetano Park: An Ecological Approach Using Technological Tools

Débora R. Gilles<sup>1\*</sup> ; Félix Ignacio Contreras<sup>2</sup> ; Rodrigo Bay-Jouliá<sup>1</sup> ; Conrado Holzer<sup>3</sup> ;  
Francisco Sánchez-Gavier<sup>1</sup> ; Martin M. Kowalewski<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Nacional del Nordeste, Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL), CONICET, Estación Biológica Corrientes (EBCo). Corrientes, Argentina; e-mail: debora\_rocio@hotmail.com.ar; rodrigobay95@gmail.com; fsanchezgavier@gmail.com; martinkow@gmail.com

<sup>2</sup>Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL), CONICET. Corrientes, Argentina; e-mail: ignaciocontreras@exa.unne.edu.ar

<sup>3</sup>Ministerio de Turismo de la Provincia de Corrientes, Dirección de Parques y Reservas Naturales, Parque Provincial San Cayetano (PPSC). Corrientes, Argentina; e-mail: holzerconrado@gmail.com

\*autor de correspondencia: debora\_rocio@hotmail.com.ar

**Cómo citar:** Gilles, D.R.; Contreras, F.I.; Bay-Jouliá, R.; Holzer, C.; Sánchez-Gavier, F.; Kowalewski, M.M. 2026. Impacto de los incendios en el Parque San Cayetano: un enfoque ecológico con herramientas tecnológicas. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica. 29(1):e2854. <http://doi.org/10.31910/rudca.v29.n1.2026.2854>

Artículo de acceso abierto publicado por Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, bajo una Licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0  
Publicación oficial de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Institución de Educación Superior Acreditada en Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional

**Recibido:** abril 21 de 2025

**Aceptado:** febrero 22 de 2026

**Editado por:** Luz Piedad Romero

### RESUMEN

El análisis del incendio en el Parque Provincial San Cayetano (PPSC) demuestra el fuerte impacto ecológico que puede tener el fuego en áreas protegidas de pequeña extensión. En solo dos días, el 79 % del parque resultó afectado, con pérdidas significativas en pastizales, palmares y monte nativo. Si bien el fuego puede formar parte del régimen ecológico de algunas regiones, en este caso, se combinaron factores climáticos extremos (altas temperaturas y sequía) con causas antrópicas, lo que generó un escenario crítico. Registros de temperaturas superiores a 50 °C y precipitaciones muy bajas durante el verano favorecieron la acumulación de biomasa seca, un combustible ideal para la propagación del incendio. Estudios regionales coinciden en señalar la creciente frecuencia e intensidad de estos eventos, especialmente en el contexto del cambio climático y del uso intensivo del suelo. Herramientas tecnológicas, como drones y sensores ambientales *in situ*, permitieron delimitar el área afectada y aportaron insumos clave para la restauración y la prevención. Los resultados evidencian la vulnerabilidad de las áreas protegidas de pequeña escala frente a eventos extremos y resaltan la utilidad de enfoques integrados, basados en el monitoreo microclimático y la teledetección, para la planificación adaptativa.

Palabras clave: Áreas protegidas; Cambio climático; Incendios forestales; Monitoreo microclimático; Teledetección.

### ABSTRACT

The analysis of the wildfire that occurred in San Cayetano Provincial Park (PPSC) highlights the significant ecological impact that fire can exert on small-scale protected areas. Within only two days, 79% of the park's total surface was affected, resulting in substantial loss of grasslands, palm groves, and native forest. Although fire may constitute a natural component of ecological regimes in some regions, in this case, extreme climatic conditions, characterized by prolonged drought and air temperatures exceeding 50 °C, combined with anthropogenic factors to create a critical scenario. These conditions favored the accumulation and desiccation of fine biomass, increasing fuel availability and facilitating rapid-fire spread. Regional studies consistently report an increasing frequency and intensity of such events, particularly under ongoing climate change and intensive land-use pressures. The integration of drone-based aerial surveys and *in situ* environmental sensors enabled accurate delineation of the burned area and detailed characterization of pre-fire microclimatic conditions, providing essential inputs for restoration and prevention strategies. The results underscore the vulnerability of small-protected areas to extreme events and highlight the value of integrated approaches based on microclimatic monitoring and remote sensing to support adaptive management planning.

Keywords: Climate change; Microclimate monitoring; Protected areas; Remote sensing; Wildfires.

## INTRODUCCIÓN

En el contexto del cambio climático y de la intensificación de los eventos extremos, los incendios forestales y de pastizales se han convertido en uno de los disturbios ambientales más relevantes, a escala global. Su frecuencia, extensión e intensidad han aumentado en numerosas regiones, como resultado de la interacción entre sequías prolongadas, olas de calor, acumulación de biomasa combustible y transformaciones en el uso del suelo (Jolly *et al.* 2015; Stephens *et al.* 2020). Más allá de su carácter episódico, los incendios constituyen procesos capaces de alterar, de manera profunda, la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, afectando la biodiversidad, los ciclos biogeoquímicos y los servicios ecosistémicos.

En Sudamérica, los eventos ocurridos en la Amazonia y el Pantanal durante la última década evidencian la magnitud que pueden alcanzar estos disturbios, cuando confluyen déficits hídricos persistentes y cambios antrópicos en el paisaje (Moreira *et al.* 2021). En Argentina, la problemática adquiere una particular relevancia en distintas provincias, especialmente en el noreste del país, donde la combinación de sequías intensas, la expansión agropecuaria y el uso del fuego como herramienta de manejo, incrementa el riesgo de incendios de gran extensión (Smichowski *et al.* 2021).

La provincia de Corrientes constituye uno de los escenarios más críticos en este sentido. La recurrencia de períodos secos asociados a la variabilidad climática interanual, sumada a la acumulación de biomasa en ambientes de pastizales y humedales en los últimos años, favoreció la ocurrencia de incendios que afectaron tanto áreas productivas como áreas naturales protegidas. En estos sistemas, en particular cuando se trata de unidades de conservación de pequeña escala, la resiliencia ecológica se puede ver severamente comprometida ante un único evento extremo, debido a la limitada superficie disponible para procesos de recolonización y recuperación natural.

Si bien numerosos estudios han analizado la dinámica espacial de los incendios mediante imágenes satelitales (Saucedo *et al.* 2023; Smichowski & Contreras, 2024; Gómez & Cardozo, 2024) y datos meteorológicos regionales (Contreras & Kowalewski, 2024), existe una menor disponibilidad de registros microclimáticos continuos *in situ*, que permitan caracterizar con mayor precisión las condiciones ambientales predisponentes al evento. La integración de sensores ambientales temporales (dataloggers) con herramientas de monitoreo aéreo no tripulado (drones) representa una oportunidad metodológica para abordar esta brecha, lo que posibilita un análisis combinado de las condiciones previas al incendio y de su impacto espacial inmediato.

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo analizar el impacto ecológico del incendio ocurrido en marzo de 2025 en el Parque Provincial San Cayetano (Corrientes, Argentina), mediante un enfoque metodológico que integra registros microclimáticos continuos y cartografía de alta resolución obtenida con drones. Se busca, por un lado, caracterizar las condiciones térmicas y

climáticas previas al evento y, por otro, evaluar la magnitud espacial del área afectada, aportando evidencia empírica para el diseño de estrategias de manejo adaptativo en áreas protegidas vulnerables frente a eventos extremos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** El estudio se desarrolló en el Parque Provincial San Cayetano y la Estación Biológica de Corrientes (27°30' S, 58°41' O) ubicado en la cuenca del río Riachuelo, en el noroeste de la provincia de Corrientes, Argentina (Figura 1). Este sitio se caracteriza por presentar un relieve suavemente ondulado con lomadas arenosas, donde se desarrolla un mosaico de bosques altos y bajos, sabanas con palmeras, pastizales y vegetación acuática asociada a numerosos cuerpos de agua presentes.

**Registro aéreo con dron.** Para evaluar el impacto del incendio, se realizaron vuelos con un dron DJI Mini 4 Pro equipado con una cámara de alta resolución (48MP), durante los primeros días posteriores al evento. Se programaron vuelos automatizados siguiendo transectos lineales a 100 metros de altura, con un solapamiento del 60 % entre imágenes, para permitir su procesamiento en mosaico. Las imágenes fueron procesadas con el software Global Mapper 25.1, lo que permitió generar ortomosaicos georreferenciados y modelos digitales de superficie. A partir de estos datos, se realizó una clasificación visual y espectral para identificar áreas quemadas, remanentes de vegetación y zonas en proceso de regeneración.

**Monitoreo ambiental con dataloggers.** Se instalaron dos dataloggers Hobo MX 2202 en puntos estratégicos dentro del parque, en paisajes de pastizales y de palmares. Los dispositivos registraron la temperatura del aire y la luz cada hora durante un período continuo de 126 días previos al incendio; no obstante, el instalado en el palmar se quemó, por lo que solo se cuenta con información del pastizal. Los datos obtenidos de los dataloggers fueron descargados y procesados. A partir de allí se realizaron análisis estadísticos básicos para conocer los valores extremos y medios, con los cuales, se confeccionaron gráficos mensuales, en donde fueron incorporados datos de montos pluviométricos obtenidos por personal de guardaparques del PPSC.

La secuencia general del procedimiento y la integración entre el monitoreo microclimático y el análisis espacial posincendio se resumen en la figura 2.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los días 3 y 4 de marzo de 2025 se produjo un incendio de gran magnitud en el Parque Provincial San Cayetano, que afectó 60 hectáreas, es decir, el 79 % de la superficie total del área protegida (76 ha) (Figura 1). El fuego avanzó con rapidez en los pastizales naturales, los sectores de palmar y los bordes del monte nativo, provocando una alteración drástica en la estructura del paisaje y comprometiendo múltiples funciones ecológicas clave. Este evento constituye una perturbación severa en un sistema de conservación de escala reducida, incluso, donde un único

disturbio puede generar impactos duraderos sobre la biodiversidad y los procesos ecológicos.

La detección y delimitación del área afectada se realizaron mediante vuelos con dron posteriores al evento. Las imágenes aéreas de alta resolución permitieron identificar con claridad los sectores más severamente dañados y elaborar una cartografía detallada del perímetro quemado (Figuras 1 y 3). Esta herramienta demostró ser eficaz para evaluar la extensión espacial del disturbio y constituye un insumo clave para planificar acciones de restauración y mitigación, especialmente en zonas de difícil acceso o con alta heterogeneidad ambiental. Su utilidad ha sido destacada por estudios recientes, como los de Smichowski & Contreras (2024), que recomiendan su incorporación sistemática en protocolos de monitoreo posincendio.

Paralelamente, los dataloggers instalados en el sitio registraron condiciones ambientales extremas en los 126 días previos al incendio, incluyendo temperaturas máximas del aire, que alcanzaron los 58,8 °C; estos valores resultan particularmente elevados en el contexto regional. Estudios recientes sobre los incendios en la provincia de Corrientes (Smichowski *et al.* 2021) y en el Pantanal brasileño durante 2020, destacan la ocurrencia de sequías prolongadas y temperaturas atmosféricas elevadas como factores determinantes en la propagación del fuego; sin embargo, dichos trabajos se basan principalmente en datos meteorológicos regionales y análisis espaciales, sin incorporar registros microclimáticos continuos *in situ*. En este sentido, los 58,8 °C registrados en el Parque Provincial San Cayetano aportan evidencia empírica directa sobre la magnitud del estrés térmico local previo al evento, lo que contribuye a una comprensión más fina de las condiciones predisponentes.

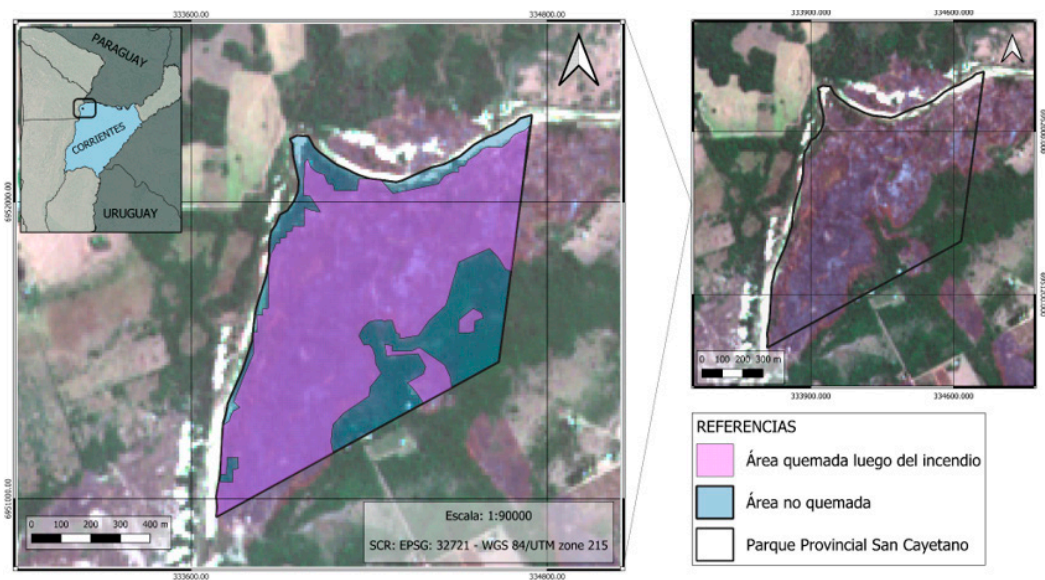


Figura 1. Mapa del Parque Provincial San Cayetano (Corrientes, Argentina) con delimitación del área quemada tras el incendio del 3 y 4 de marzo de 2025.

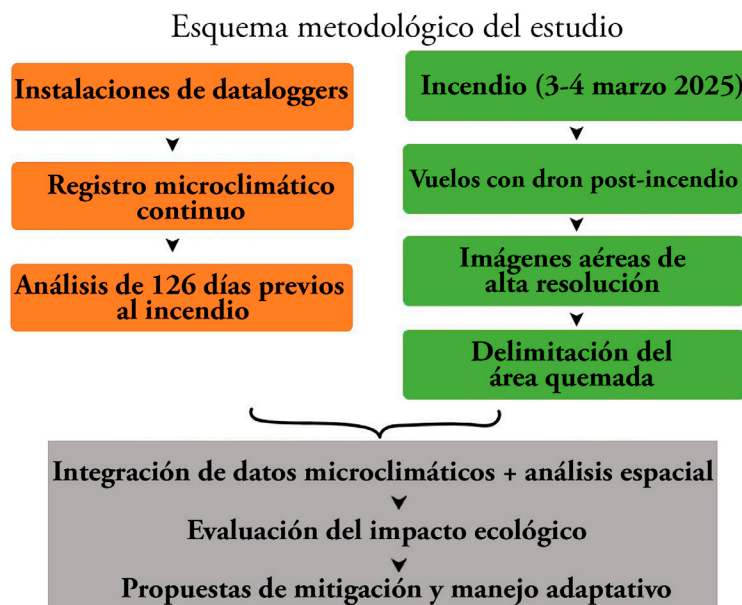


Figura 2. Esquema metodológico del estudio: integración de registros microclimáticos previos y análisis espacial posincendio para evaluar el impacto ecológico.



Figura 3. Fotografía aérea posincendio del Parque Provincial San Cayetano tomada con dron. Fuente: Drone DJI Mini 4 Pro. Altura de vuelo: 100 m. Ángulo de fotografía:  $-65^\circ$  Fecha: 5 de marzo de 2025.

Durante el período previo al incendio (noviembre de 2024 - marzo de 2025) se observó una elevada frecuencia de temperaturas extremas: en 66 de los 126 días (52 %) se superaron los  $50^\circ\text{C}$ , y en el 32 % de los días se registraron valores superiores a  $40^\circ\text{C}$ . Las temperaturas medias mensuales evidenciaron una tendencia general ascendente hacia el final del período (Figura 4), lo que configura un escenario de estrés térmico sostenido.

A este contexto térmico se sumó un marcado déficit hídrico durante el verano. Si bien 2024 presentó precipitaciones relativamente normales, en enero y febrero de 2025, los acumulados descendieron abruptamente a 25 mm y 36 mm, respectivamente,

lo que representa apenas el 18 % del promedio histórico. Estas condiciones favorecieron el secado acelerado de la biomasa, especialmente del sotobosque y de los pastizales, generando una carga de combustible fino, seco y continuo, altamente inflamable. Este patrón es consistente con lo señalado por Bianchi *et al.* (2014), quienes destacan que el contenido de humedad del combustible es un factor determinante de la probabilidad de ignición y del comportamiento del fuego. Asimismo, Smichowski *et al.* (2021) subrayan la importancia de integrar análisis multitemporales para monitorear la acumulación de biomasa inflamable en contextos de sequía prolongada.

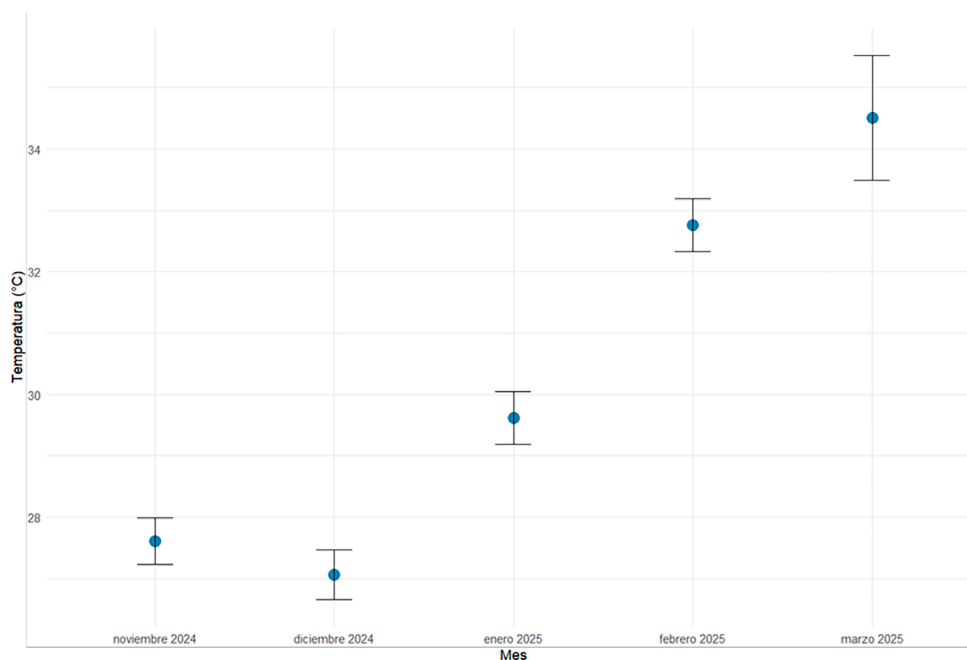


Figura 4. Promedio mensual de temperatura ( $^\circ\text{C}$ ) con intervalo de confianza al 95% en PPSC, registrado entre noviembre de 2024 y marzo de 2025.

Durante los recorridos de campo realizados luego del incendio, se observaron indicios de daño directo a la fauna silvestre, incluyendo restos de animales que no lograron escapar, en su mayoría en áreas con vegetación baja y densa. Aunque estas observaciones no provienen de un monitoreo sistemático, resultan relevantes para dimensionar el impacto ecológico del disturbio, especialmente en especies con baja movilidad, escasa tolerancia al calor o hábitos crípticos.

Casos similares fueron registrados en otros sectores del país (Pacheco *et al.* 2021; Pinto-Viveros & Gonzales, 2021). En Corrientes, los incendios ocurridos en enero y febrero de 2022 afectaron el 12 % del territorio provincial, con graves consecuencias sobre humedales, bañados y malezales. En Misiones, entre diciembre de 2021 y marzo de 2022, se quemaron cerca de 20.000 hectáreas, incluyendo bosques nativos y plantaciones forestales. En ambos casos, la prolongada sequía y las altas temperaturas fueron factores clave. A escala continental, los incendios del Pantanal en 2020, favorecidos por cambios en el uso del suelo y por déficits hídricos persistentes, subrayan cómo la alteración de los regímenes climáticos puede intensificar la severidad del fuego (Moreira *et al.* 2021).

Diversos estudios han alertado sobre el creciente riesgo de incendios en la región. Contreras & Kowalewski (2024) advierten sobre el posible retorno del fenómeno de La Niña y su vínculo con el aumento de sequías e incendios en Corrientes, agravados por la transformación del uso del suelo y la falta de planificación adaptativa. Por su parte, Aglae-Díaz *et al.* (2023) evidencian un incremento significativo de los focos de calor durante períodos secos, incluso, en zonas húmedas del noreste argentino, lo que refuerza la necesidad de integrar información climática, vegetal y antrópica para anticipar escenarios de riesgo.

Los resultados obtenidos confirman la vulnerabilidad de las áreas protegidas de pequeña extensión frente a eventos extremos y refuerzan la urgencia de adoptar estrategias de manejo adaptativo. En contextos de creciente incertidumbre climática, resulta prioritario consolidar sistemas de monitoreo continuo que integren variables ambientales, ecológicas y sociales. La experiencia del Parque Provincial San Cayetano constituye un llamado de atención sobre la fragilidad de ciertos ecosistemas y la necesidad de fortalecer su resiliencia, mediante políticas públicas informadas, planificación territorial sensible a la dinámica del fuego y el uso sistemático de tecnologías de monitoreo espacial.

La combinación de drones y dataloggers para analizar el impacto ecológico del incendio presenta importantes ventajas metodológicas, pero también ciertas limitaciones. Entre sus fortalezas destaca la posibilidad de obtener información con alta resolución espacial y temporal, lo que permite caracterizar la heterogeneidad del disturbio y documentar con precisión las condiciones ambientales predisponentes. El uso de drones facilita la generación de cartografía detallada de áreas quemadas y la identificación de patrones de severidad, mientras que los dataloggers permiten registrar variaciones microclimáticas continuas con un nivel de detalle superior al de los registros meteorológicos convencionales; no obstante, la cobertura

espacial de los drones puede verse limitada en áreas extensas o de difícil acceso, y su operación depende de condiciones técnicas y climáticas adecuadas. Asimismo, los dataloggers requieren mantenimiento, calibración y protección frente a posibles fallas, lo que puede provocar interrupciones en las series temporales. En conjunto, la metodología empleada constituye una herramienta robusta y novedosa para el diagnóstico de eventos extremos en áreas protegidas de pequeña escala, aunque su eficacia plena depende de la continuidad del monitoreo y de su integración con otras fuentes de información.

**Medidas de mitigación.** Las principales acciones recomendadas incluyen la creación y el mantenimiento de cortafuegos estratégicos, el manejo del combustible vegetal mediante podas, raleos y la remoción de material muerto, la restauración ecológica con especies menos inflamables y el diseño de mosaicos de vegetación que interrumpen la continuidad del combustible. Asimismo, resulta fundamental fortalecer la detección temprana, mejorar la infraestructura de acceso para las brigadas e impulsar programas comunitarios de educación y uso responsable del fuego, especialmente en áreas de interfaz urbano-rural.

**Conflicto de intereses:** Los autores no poseen conflictos de interés.

**Contribuciones de los autores:** Débora R. Gilles y Félix I. Contreras: recolección de datos, análisis y redacción del texto. Rodrigo Bay Joulí: Análisis de datos y redacción del texto. Conrado Holzer y Francisco Sánchez: instalación de dataloggers y recolección de datos. Martín Kowalewski: supervisión general del trabajo.

## REFERENCIAS

- AGLAE-DÍAZ, A.; CONTRERAS, F.I.; FERRELLI, F.; SMICHOVSKI, H. 2023. Efectos de las sequías en los focos de calor en la provincia de Formosa, Argentina: un análisis realizado con herramientas de teledetección. *Novum Ambiens.* 1(1):e2336. <https://doi.org/10.31910/novamb.v1.n1.2023.2336>
- 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.
- CONTRERAS, F.I.; KOWALEWSKI, M.M. 2024. El retorno de La Niña: una amenaza socioambiental como consecuencia de la manifestación de sequías en la provincia de Corrientes. *Revista FACENA.* 34(2):17-31. <https://doi.org/10.30972/fac.3427905>
- GÓMEZ, L.F.; CARDOZO, O.D. 2024. Los incendios y su impacto sobre las coberturas de la tierra en la Reserva Natural Iberá, Corrientes. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica.* 16(30):1-18.
- JOLLY, W.M.; COCHRANE, M.A.; FREEBORN, P.H.; HOLDEN, Z.A.; BROWN, T.J.; WILLIAMSON, G.J.;

- BOWMAN, D.M. 2015. Climate-induced variations in global wildfire danger from 1979 to 2013. *Nature Communications*. 6:7537. <https://doi.org/10.1038/ncomms8537>
- MOREIRA, A.P.; PESSI, D.D.; GORGA, E.F.; DO COUTO OLIVEIRA, Y.J. 2021. Incêndios florestais no bioma Pantanal: abordagem jurídica-ambiental-internacional. En: Trevisan, E.; Lima, R.D. (org.). *Tutela jurídica do Pantanal*. Editora UFMS. p. 70-95.
- PACHECO, L.F.; QUISPE-CALLE, L.C.; SUÁREZ-GUZMÁN, F.A.; OCAMPO, M.; CLAURE-HERRERA, Á.J. 2021. Muerte de mamíferos por los incendios de 2019 en la Chiquitania. *Ecología en Bolivia*. 56(1):4-16.
- PINTO-VIVEROS, M.A.; GONZALES, L. 2021. Impacto de incendios forestales en anfibios y reptiles del Bosque Seco Chiquitano. 120p.
- 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. <https://doi.org/10.25260/EA.23.33.1.0.2020>
- SMICHOWSKI, H.; CONTRERAS, F.I. 2024. Application of Google Earth Engine in the preliminary analysis of fire severity in the Iberá National Park and Reserve, Argentina. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. 27(1):e2464. <https://doi.org/10.31910/rudca.v27.n1.2024.2464>
- SMICHOWSKI, H.; DEL ROSARIO MONTIEL, M.; ROMERO, V.; KOWALEWSKI, M.; CONTRERAS, F.I. 2021. Evaluación de incendios en áreas periurbanas de la ciudad de Corrientes (Argentina) durante el año 2020. *Papeles de Geografía*. 67:151-167. <https://doi.org/10.6018/geografia.486441>
- STEPHENS, S.L.; WESTERLING, A.L.; HURTEAU, M.D.; PEERY, M.Z.; SCHULTZ, C.A.; THOMPSON, S. 2020. Fire and climate change: conserving seasonally dry forests is still possible. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 18(6):354-360. <https://doi.org/10.1002/fee.2218>