

# Actas del VIII Congreso Forestal Latinoamericano y V Congreso Forestal Argentino

27 al 30 de marzo de 2023  
Ciudad de Mendoza



**Organizadores**





## **Actas del VIII Congreso Forestal latinoamericano y V Congreso Forestal Argentino**

Pablo Luis Peri ... [et al.]. - 1a ed., 2023.

Libro digital, PDF

Editores: Peri P.L.; Mundo I.; Lencinas M.V.; Goya J.; Mastrandrea C.; Colcombet L.

Diagramación; y diseño de carátula e interiores: María José Ledesma Cecot y Rodolfo Morone

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-46815-7-7

1. Recursos Forestales. 2. Ecología Forestal. 3. Genética. I. Peri, Pablo Luis.  
CDD 577.3

# Evolución del Peligro de Incendios de Vegetación para la Patagonia Andina y el Noreste de Argentina en el contexto del Cambio Climático

Tomas Eric Withington<sup>1</sup>, Pablo Krieger<sup>2</sup>, Guillermo Emilio Defosse<sup>2</sup>

**Palabras clave:** Peligro, Incendio, Clima.

## Introducción

El peligro diario de incendios de vegetación depende, entre otros factores, de las condiciones meteorológicas de ese día debido a la relación entre un número reducido de variables atmosféricas que determinan el nivel de humedad de los diferentes tipos de combustible y su potencial para la ignición y posterior propagación del fuego (Dupire et al, 2017). En escalas temporales mayores, los regímenes de incendios están ligados a las características climáticas de cada región. En la República Argentina, se utiliza desde el año 2000 el índice FWI (Fire Weather Index, Van Wagner, 1987, Dentoni et al. 2015). Este índice es uno de los sub-sistemas que componen el Sistema de Evaluación de

Peligro de Incendios Forestales de origen canadiense, que se usa como indicador diario del peligro de incendios. A partir de observaciones meteorológicas diarias, este Sistema estima cualitativamente el estado de humedad de los combustibles, generando tres índices, el de propagación (ISI, por Initial Spread Index), el de disponibilidad de combustibles (BUI, por Buildup Index), y el índice de intensidad del fuego (FWI), cuya estructura se muestra en la Fig 1.

En particular, la región de la Patagonia Andina (PA) presenta una tendencia negativa en la precipitación de verano (Vera y Díaz, 2015; Saurral et al., 2017), que coincide parcialmente con la temporada de incendios (septiembre a abril). Además, Dereczynski et al., (2020) indican un aumento en la frecuencia de sequías, características que influyen en la determinación

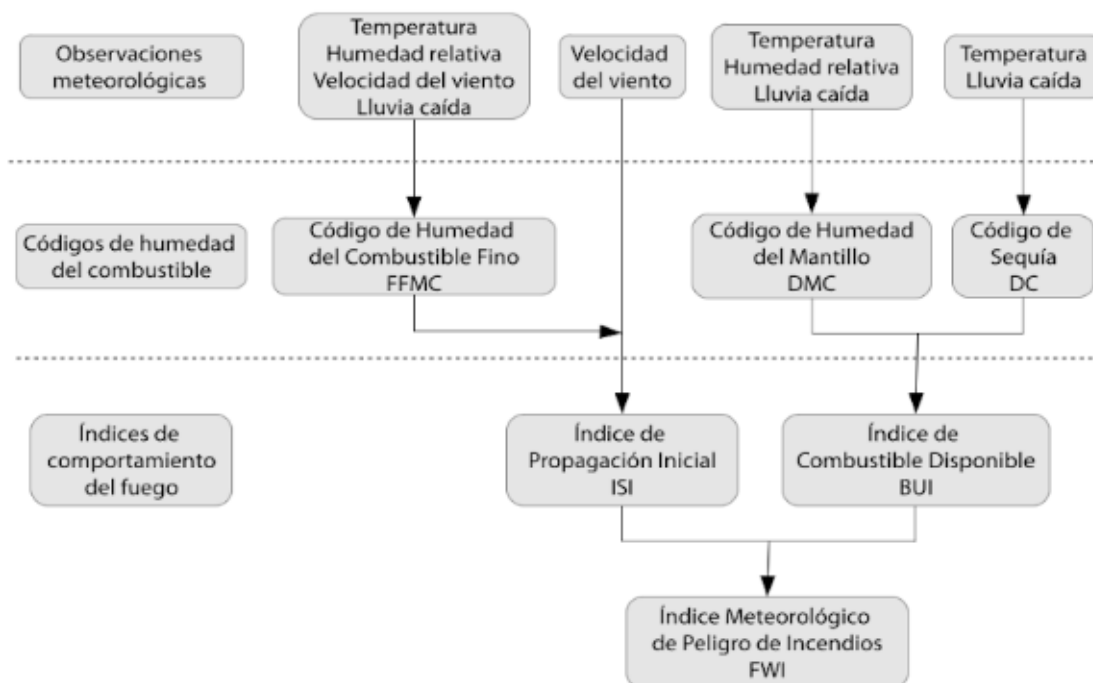


Figura 1. Estructura básica del índice FWI.

<sup>1</sup> Laboratorio de Ecología, Meteorología y Gestión de Incendios de Vegetación (LEMIV), CIEMEP (CONICET- Universidad de la Patagonia San Juan Bosco, Sede Esquel). Contacto: tomaswithington@comahue-conicet.gob.ar.

<sup>2</sup> Laboratorio de Ecología, Meteorología y Gestión de Incendios de Vegetación (LEMIV), CIEMEP (CONICET- Universidad de la Patagonia San Juan Bosco, Sede Esquel).

del peligro de incendios. En la región del Noreste Argentino (NEA), en cambio, la tendencia de la precipitación en verano es positiva (Barros et al., 2008; IPCC, 2014, Vera y Díaz, 2015). Diversos estudios coinciden en un aumento de la precipitación intensa sobre esta región, entre los cuales se encuentran los trabajos de Marengo et al., (2020a) y Olmo et al., (2020). En parte de esta región, la temporada seca asociada a mayor frecuencia de incendios ocurre durante los meses de junio a octubre.

Nuestro objetivo fue realizar un análisis preliminar del comportamiento de los índices BUI y FWI a partir de su evolución temporal, en el contexto de cambio climático, para un conjunto de estaciones meteorológicas ubicadas en la PA y en la región del NEA.

### Materiales y Métodos

Utilizamos valores diarios de los índices BUI y FWI provistos por el Servicio Nacional de Manejo del Fuego, calculados a partir de variables meteorológicas de estaciones de superficie correspondientes al Servicio Meteorológico Nacional (fig.2). Decidimos no incluir el ISI debido a su peso relativo en el cálculo del FWI. Es decir, cualquier cambio en este índice se ve bien reflejado en los valores de FWI. Los datos provienen de dieciséis estaciones meteorológicas, cinco ubicadas en PA, y once en el NEA. Dichas regiones tienen diferente climatología, y por ende sus temporadas de incendio ocurren en distintas épocas del año. Para las estaciones en NEA incluimos los datos de todos los días del año, mientras que en PA se toma la temporada de mayor peligro, de septiembre a abril del siguiente año, en el periodo 1994-2021. El nombre y ubicación de cada una de las estaciones se resumen en la Tabla I. En cada estación meteorológica analizamos la tendencia de la serie temporal de valores medios de los índices, calculados por temporada, y evaluamos su significancia a partir de una prueba de tendencia de Mann-Kendall (Mann, 1945), con un nivel de confianza del 95%. Las tendencias estadísticamente significativas se corresponden con un valor  $p$  menor a 0.5.



Figura 2.

### Resultados

La Fig. 3 muestra la variación temporal de los índices BUI y FWI y su tendencia para dos estaciones seleccionadas. La Tabla I resume los valores obtenidos en la prueba estadística para todas las estaciones. En PA ambos índices presentan un comportamiento heterogéneo. Destaca el caso de la estación Esquel, donde el BUI muestra una tendencia positiva y, sin embargo, el FWI refleja un descenso significativo para el mismo periodo. En Bariloche, en cambio, ambos indicadores tienen un incremento significativo. Lo mismo ocurre en Ushuaia, mientras que en Río Grande no existe tendencia alguna. Por último, en Chapelco, el BUI no muestra tendencia, mientras que el FWI indica una disminución estadísticamente significativa en el periodo analizado. Este comportamiento diferencial en las estaciones de PA está asociado a las condiciones

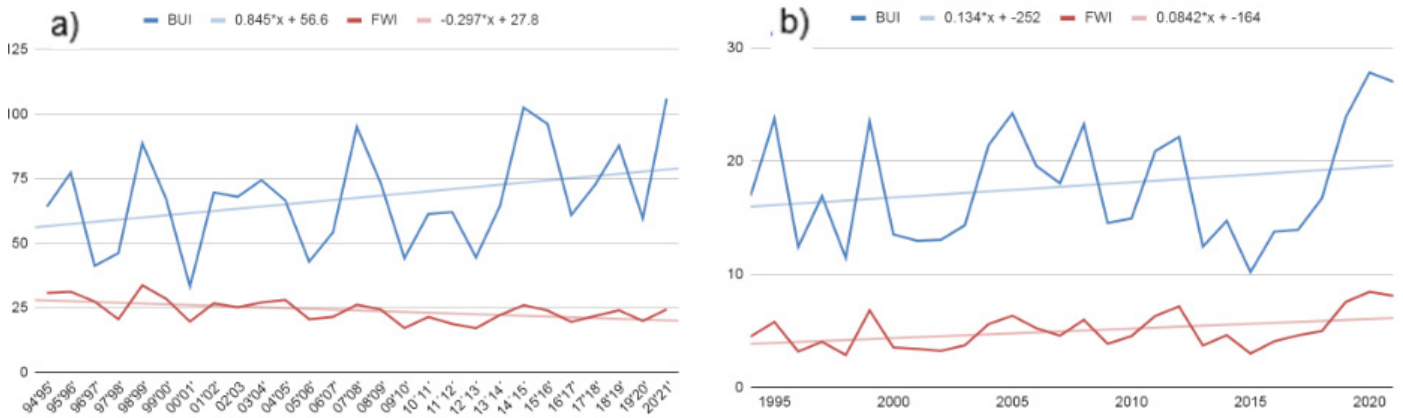


Figura 3. Evolución temporal y tendencia de los índices BUI (azul) y FWI (Rojo) para las estaciones de a) Esquel y b) Iguazú.

climáticas regionales, y por ende, podría verse modificado, según sea el impacto del cambio climático en cada una de ellas. En este sentido, y en términos regionales, Kreps et al. (2012) proyectan un aumento de 2.5°C en la temperatura media en las próximas décadas, lo que podría provocar modificar la tendencia de los índices, asociado también a la disminución en la magnitud del viento (Castellanos et al., 2022).

**Tabla I.** Tendencias para los dos indicadores y resultados de la prueba de Mann-Kendall ( $\alpha=0.5$ ).

	Tendencia BUI	Valor p	Tendencia FWI	Valor p
<b>PATAGONIA</b>				
Bariloche	creciente	0,169	creciente	0,428
Chapelco	sin tendencia	0,505	decreciente	0,478
Esquel	creciente	0,227	decreciente	0,009
Río Grande	sin tendencia	0,868	sin tendencia	0,707
Ushuaia	creciente	0,009	creciente	0,011
<b>NEA</b>				
Concordia	decreciente	0,465	decreciente	0,295
Corrientes	creciente	0,228	creciente	0,128
Formosa	sin tendencia	0,594	decreciente	0,244
Gualedguaychú	decreciente	0,314	decreciente	0,173
Iguazú	creciente	0,277	creciente	0,023
Paraná	sin tendencia	0,797	sin tendencia	0,567
Paso de los Libres	sin tendencia	0,984	decreciente	0,244
Posadas	creciente	0,199	creciente	0,173
Reconquista	decreciente	0,418	sin tendencia	0,984
Resistencia	sin tendencia	0,678	sin tendencia	0,737
Rosario	sin tendencia	0,594	creciente	0,489

En la región del NEA ocurre algo similar a la región Patagónica. Ambos índices presentan una evolución temporal diferente en las estaciones. Concordia y Gualedguaychú presentan un descenso significativo en ambos índices, mientras que Paraná y Resistencia no poseen tendencia alguna. En Corrientes, Posadas e Iguazú se observa un incremento en los valores de ambos índices en las últimas dos décadas. Formosa y Paso de los Libres sólo indican una disminución significativa en FWI, mientras que Reconquista presenta

el comportamiento inverso, es decir, un descenso en BUI y sin tendencia en FWI.

En términos de cambio climático, para esta región se espera un aumento de la precipitación anual, con aumento en la frecuencia de inundaciones (Nunes et al., 2018), así como también aumento en ocurrencia de sequías en la cuenca del Río de la Plata (Carril et al., 2016). En términos de temperatura, en Castellanos et al., (2022) se proyecta un aumento en la temperatura media. Esto podría modificar la evolución temporal de los índices, ya que directa o indirectamente son variables componentes de los indicadores.

## Discusión y Conclusiones

Las regiones de PA y NEA poseen climas diferentes, por lo que tanto las condiciones actuales como las proyectadas inciden de manera diferencial en la estimación del peligro de incendios, reflejado en los valores de los índices BUI y FWI. Si bien es posible asociar las proyecciones climáticas con una posible evolución temporal de dichos indicadores, es necesario la implementación de metodologías de reducción de escala que permitan un estudio local de las implicancias del cambio climático en cada estación, tanto para entender con mayor profundidad el comportamiento actual, como para una posible interpretación de su evolución futura. Sin embargo, es notable cómo en algunos casos las condiciones de peligro pueden disminuir a pesar del aumento de la sequía en los combustibles, lo que pareciera contraintuitivo, como el caso de Esquel o Chapelco en PA.

Una variación en la intensidad del viento podría explicar este fenómeno porque, como se ve en la fig.1, el viento tiene mayor incidencia en el cálculo del FWI que el BUI. Sin embargo, de mantenerse esa tendencia de aumento de BUI, llegará un momento en que el



FWI tendrá tendencia positiva.

Otra particularidad es el aumento de peligro en Iguazú, Posadas y Corrientes donde las predicciones de cambio climático indican condiciones de mayor precipitación para la región. Dado que la precipitación es una variable discreta, es necesario un estudio a nivel de estación, tanto para entender su comportamiento histórico, como para su posible evolución a futuro.

## Bibliografía

- Barros VR, Doyle ME y Camilloni IA, 2008. Precipitation trends in southeastern South America: relationship with ENSO phases and with low-level circulation. *Theor. Appl. Climatol.* 93: 19–33.
- Carril A, Cavalcanti IFA, Menéndez C, Sörensson A, López de la Franca N, Rivera J, Robledo F, Zaninelli P, Ambrizzi T, Penalba O, Rocha RP, Sanchez E, Bettolli ML, Pessacq N, Renom M, Ruscica RC, Solman S, Tencer B, Grimm A y Zamboni L, 2016. Extreme events in La Plata basin: a retrospective analysis of what we have learned during CLARIS-LPB project. *Climate Research.* 68.10.3354/cr01374.
- Castellanos E, Lemos MF, Astigarraga L, Chacón N, Cuvi N, Huggel C, Miranda L, Moncassim Vale M, Ometto JP, Peri PL, Postigo JC, Ramajo L, Roco L, y Rusticucci M, 2022. Central and South America. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 1689–1816, doi:10.1017/9781009325844.014.
- Dentoni, M. C., M. M. Muñoz y D. S. Marek 2015. Fire Danger Rating as a Tool for Fire Management. Implementation of the CFFDRS: The Argentine Experience. Pags. 101-120, Chapter 3, en: B. Leblon y M. E. Alexander (Eds.). *Current International Perspectives on Wildland Fires, Mankind and the Environment.* Nova Science Publishers. New York.
- Dupire S, Curt T and Bigot S, 2017. Spatio-temporal trends in fire weather in the French Alps. *Science of The Total Environment.* 595. 801-817. 10.1016/j.scitotenv.2017.04.027.
- IPCC, 2014: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field CB, Barros VR, Dokken DJ, Mach KJ, Mastrandrea MD, Bilir TE, Chatterjee M, Ebi KL, Estrada YO, Genova RC, Girma B, Kissel ES, Levy AN, MacCracken S, Mastrandrea PR, and White LL (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 1–32.
- Kreps G, Martínez Pastur G y Peri PL, 2012. Cambio climático en Patagonia Sur. Escenarios futuros en el manejo de los recursos naturales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, <https://inta.gob.ar/documentos/cambio-climatico-en-patagonia-sur-escenarios-futuros-en-el-manejo-de-los-recursos-naturales>. Accessed 2021. (101 pp).
- Nunes LH, Greco R y Marengo JA, 2018: *Climate Change in Santos Brazil: Projections, Impacts and Adaptation Options.* Springer, Cham, New York, USA. pp. 302. ISBN 978-3319965352.
- Olmo M, Bettolli ML y Rusticucci M, 2020: Atmospheric circulation influence on temperature and precipitation individual and compound daily extreme events: spatial variability and trends over southern South America. *Weather Clim. Extremes*, 29, 100267, doi:10.1016/j.wace.2020.100267.
- Marengo J, Alves L, Ambrizzi T, Young A, Barreto N y Ramos A, 2020. Trends in extreme rainfall and hydrogeometeorological disasters in the Metropolitan Area of São Paulo: a review. *Annals of the New York Academy of Sciences.* 1472. 10.1111/nyas.14307.
- Mann HB, 1945. Nonparametric tests against trend. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 245-259. doi:10.2307/1907187.
- Saurral RI, Camilloni IA y Barros VR, 2017: Low-frequency variability and trends in centennial precipitation stations in southern South America. *Int. J. Climatol.*, 37(4), 1774–1793, doi:10.1002/joc.4810.
- Van Wagner CE, 1987. Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System. Canadian Forestry Service. TR 35. Ottawa. 37pp.
- Vera C. y Díaz L, 2015: Anthropogenic influence on summer precipitation trends over South America in CMIP5 models. *Int. J. Climatol.*, 35(10), 3172–3177, doi:10.1002/joc.4153.