

TENDENCIAS EN LOS EXTREMOS CLIMÁTICOS DE TEMPERATURA EN LA REGIÓN CENTRO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Gabriela L. HERNANDEZ ¹, Gabriela V. MÜLLER ^{2,3}, Miguel LOVINO ^{2,3}, Juan E. LADDAGA ¹, Laura AGUAS ¹

gabrielahernandez@azul.faa.unicen.edu.ar

¹Núcleo de estudios en cambio climático y actividad agropecuarias (NAACCE)-FAA-UNCPBA

²Centro de Estudios de Variabilidad y Cambio Climático (CEVARCAM)-FICH-UNL

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Palabras clave: Índices climáticos. Temperatura. Variabilidad

1) INTRODUCCIÓN

El análisis de las tendencias climáticas a partir de las series históricas del territorio se ha convertido en una herramienta fundamental en el estudio del clima específico de una región, permitiendo identificar patrones de comportamiento relevantes asociados a fenómenos como la variabilidad climática y cambios derivados de los efectos del cambio climático. La variabilidad climática genera la mayor parte de las fluctuaciones interanuales en los rendimientos de cultivos anuales que representan una proporción importante de la alimentación (FAO, 2015). Las variaciones de la temperatura y la precipitación no son las mismas para distintas regiones, ni son constantes a lo largo del año para una determinada región. Particularmente en el centro geográfico de la Provincia de Buenos Aires, el cambio climático comienza a ser evidente a partir de comienzos de la década de 1970 (Navarro *et al.*, 2011).

El presente trabajo investiga la existencia de tendencias en los índices de extremos de temperatura en cuatro estaciones del centro de la Provincia de Buenos Aires (Azul, Tandil, Bolívar y Las Flores) para el período 1970-2020. Para el análisis se aplica un subconjunto de índices definidos por el equipo de expertos en detección del cambio climático e índices de la WMO (ETCCDI, por su sigla en inglés, Klein Tank *et al.*, 2009 y Zhang *et al.*, 2011) que caracterizan la intensidad, duración y frecuencia de los eventos climáticos extremos.

2) METODOLOGÍA

El análisis de la temperatura fue realizado a partir de las series de registros diarios de las estaciones meteorológicas Tandil AERO, Azul AERO, Bolívar y Las flores para el período 1970-2020, obtenidas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Las series temporales fueron validadas, tratadas estadísticamente y analizadas con el conjunto básico de índices ETCCDI para calcular los índices de extremos climáticos y detectar señales de cambio climático. De los 27 índices básicos propuestos por el ETCCDI, se analizaron diez basados en la temperatura. Los índices se clasifican como: índices absolutos, representan la intensidad de los eventos extremos; de duración, describen la duración en días de períodos cálidos/fríos; o de umbral, cuentan el número de días en que se supera un umbral, caracterizando la frecuencia de los eventos extremos (Sillmann *et al.*, 2013). Los índices de umbral basados en percentiles permiten comparaciones espaciales porque son independientes de la variabilidad espacial y muestrean la misma parte de la distribución de probabilidad de una variable en cada ubicación (Zhang *et al.*, 2011).

Estadísticamente, un resultado es significativo cuando es improbable que haya sido debido al azar. Para tal efecto se consideró un nivel de confianza del 90% basado en el método de regresión lineal de mínimos cuadrados. Por último, se identificó la existencia de tendencias crecientes y decrecientes en aquellas estaciones que presentaron diferencias estadísticamente significativas (p -values < 0,10) en los indicadores climáticos.

3) RESULTADOS

La Tabla 1 muestra las estaciones con sus correspondientes años de registro y los valores de los índices que presentaron tendencias significativas.

| | FD0 | SU25 | TR20 | TNx | TXn | TNn | TN10p | TX10p | TN90p | TX90p | DTR |
|-------------------|--------|--------|-----------|-------|-------|-----------|---------|-----------|----------|-------|----------|
| Azul | | 0.053 | 0.082 | | 0.072 | | 0.063 | (-)0.021 | | | |
| Tandil | 0.0001 | 0.0001 | (-) 0.093 | | 0.01 | (-)0.0001 | 0.0001 | (-)0.0001 | (-)0.029 | 0.032 | 0.0001 |
| Las Flores | | 0.025 | 0.0001 | 0.002 | 0.033 | | (-)0.02 | (-)0.003 | 0.0001 | | (-)0.015 |
| Bolivar | 0.002 | | | | | (-)0.001 | 0.001 | | (-)0.005 | | 0.003 |

Tabla I. p-value de índices estadísticamente significativos. Azul, Tandil, Las Flores y Bolívar 1970-2020.

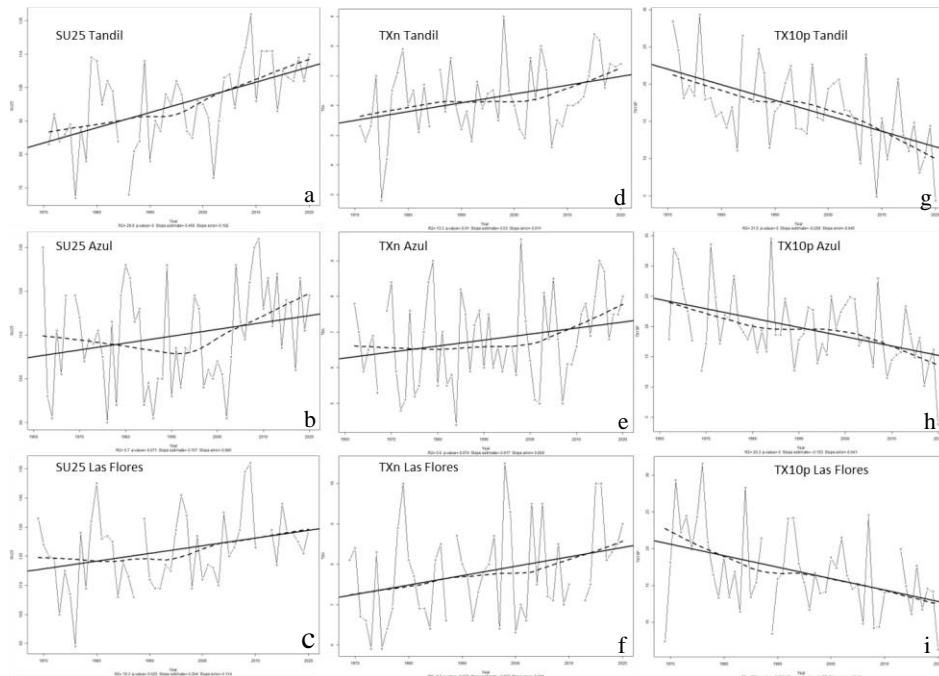


Figura 1: Tendencia en la cantidad de días de verano (SU25), valor mensual mínimo de temperatura máxima diaria (TXn) y porcentaje de días fríos (TX10p) para Tandil, Azul y Las Flores (1970-2020)

Los resultados identificados en los indicadores asociados a la variable temperatura (Figura 1a-i) muestran, en general, una tendencia hacia condiciones más cálidas. Se observa una tendencia positiva en la cantidad de días de verano (SU25, Fig. 1a, b, c), en el valor mensual mínimo de temperatura máxima diaria (TXn, Fig. 1d, e, f) y tendencia negativa en el porcentaje de días fríos (TX10p, Fig. 1g, h, i) en todas las estaciones excepto en Bolívar.

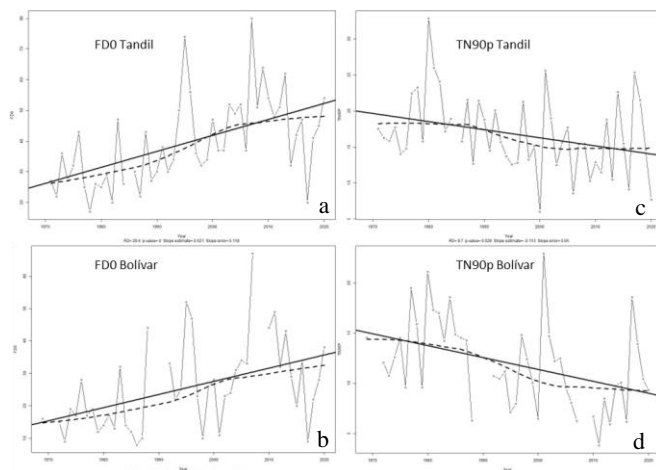


Figura 2: Tendencia en la cantidad de días con heladas (FD0) y porcentaje de noches cálidas (TN90p) en Tandil y Bolívar (1970-2020)

Particularmente en la localidad de Azul se observa una tendencia positiva en la cantidad de noches tropicales (TR20) no obstante, en contraste con lo anterior, el porcentaje de noches frías (TN10p) presenta tendencias positivas.

Tandil muestra una tendencia positiva en la cantidad de días con heladas (FD0, Fig. 2a) y en el porcentaje de noches frías; y negativas en la cantidad de noches tropicales, valor mensual mínimo de temperatura mínima diaria (TNn) y porcentaje de noches cálidas (TN90p, Fig. 2b). Por el contrario, tiene una tendencia positiva en el porcentaje de días cálidos (TX90p). En consecuencia, el rango diurno de temperatura (DTR) muestra una tendencia positiva.

Las Flores presenta una tendencia positiva en la cantidad de noches tropicales, en el valor mensual máximo de temperatura mínima diaria (TNx) y en el porcentaje de noches cálidas. En el mismo sentido, se observan tendencias negativas en el porcentaje

de noches frías y rango diurno de temperatura. Bolívar muestra tendencias positivas en la cantidad de días con heladas (Fig. 2c), el porcentaje de noches frías y en la amplitud térmica diaria; y tendencias negativas en el valor mensual mínimo de temperatura mínima diaria y en el porcentaje de noches cálidas (Fig. 2d).

4) DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las tendencias en los extremos climáticos de temperatura en la región centro de Provincia de Buenos Aires indican un cambio hacia condiciones más cálidas. En las localidades de Azul y Las Flores los eventos extremos de calor y frío sugieren la existencia de signos de calentamiento, ya que las noches cálidas, los días de verano y las noches tropicales muestran una tendencia significativamente positiva; y negativas en los porcentajes de días y noches frías. Estos resultados son consistentes con los informados previamente por Rusticucci y Barrucand, (2002), Aliaga (2020) y Ferrelli, et al. (2021).

Por otro lado, los resultados obtenidos en las tendencias de los extremos climáticos de temperatura en la zona de Tandil y Bolívar podrían indicar tendencias hacia inviernos más fríos y veranos más cálidos tal como lo han señalado Fernández-Long y Müller, (2006). Este comportamiento puede estar asociado a la relativa cercanía de las estaciones analizadas a los cambios topográficos, como son las elevadas altitudes en el centro-sur de la provincia de Buenos Aires.

REFERENCIAS

- Aliaga, V.S. 2020.** Tendencia y variabilidad climática: subregiones Pampeanas, Argentina (1960-2010). *Boletín Geográfico*, 42(1), 13-32.
- FAO, 2015.** Global information and early warning system on food and agriculture. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4926s.pdf>.
- Fernández Long, M.E. y Müller, G.V. 2006.** Annual and monthly trends in frost days in the Wet Pampa. *Proceeding, 8th International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography*, 24-28 April, 2006. Foz do Iguazú, Brasil.
- Ferrelli, F., Brendel, A.S., Perillo, G.M.E. y Piccolo, M. C. 2021.** Warming signals emerging from the analysis of daily changes in extreme temperature events over Pampas (Argentina). *Environ Earth Sci* 80, 422. <https://doi.org/10.1007/s12665-021-09721-4>
- Klein Tank, A., Zwiers, F.W. y Zhang, X. 2009.** Guidelines on 'Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation', pp 54, WMO TD1500.
- Navarro, M., Confalone, A., Vilatte, C., y Aguas, L., 2011.** Características agroclimáticas para la sustentabilidad agropecuaria en el Partido de Azul pags.:29-60. En: *Bases Agroambientales para un Desarrollo Sustentable del Partido de Azul*. 136 p. Editado por la Facultad de Agronomía de la UNCPBA. ISBN: 978-950-658-269-2.
- Rusticucci, M. M. y Barrucand, M. G. 2002.** Climatología sobre temperaturas extremas en la Argentina. Consistencia de datos. Relación entre la temperatura media estacional y la ocurrencia de días extremos. *Meteorológica*, 26 (1-2), 65-79.
- Sillmann, J., Kharin, V.V., Zwiers, F.W. y Zhang, X. 2013.** Climate extreme indices in the CMIP5 multi-model ensemble, Part 2: Future climate projections. *JGR Atmosphere*, doi: 10.1002/jgrd.50188.
- Zhang, X., Alexander, L.V., Hegerl, G.C., Klein-Tank, A., Peterson, T.C., Trewin, B. y Zwiers, F.W., 2011.** Indices for monitoring changes in extremes based on daily temperature and precipitation data. *Wiley Interdiscip. Rev. Clim. Chang.* 2, 851–870. <http://dx.doi.org/10.1002/wcc.147>.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se llevó a cabo en el marco del Proyecto de Incentivos UNCPBA (03/A241). Análisis, caracterización y escenarios retrospectivos de precipitación y temperatura del centro bonaerense.

Los índices climáticos fueron proporcionados por el Centro Canadiense de Modelado y Análisis Climático del sitio web <http://www.cccma.ec.gc.ca/data/climdex/>