

OLAS DE CALOR EN SAN SALVADOR DE JUJUY, ARGENTINA

HEAT WAVES IN SAN SALVADOR DE JUJUY, ARGENTINA

Fabio David Alabar^{1*}, Mónica Valdiviezo Corte¹, Rafael Hurtado¹, Carla Moreno¹, María Rivera Funes¹ y Matías Vera¹

¹Cátedra de Agroclimatología. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJu). Alberdi Nº 47, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina. (CP4600)

*Autor para correspondencia:
davidalabar@fca.unju.edu.ar

Período de Publicación:
Diciembre 2023

Historial:
Recibido: 13/09/2023
Aceptado: 04/10/2023

RESUMEN

Las olas de calor (OC) consideradas como días calurosos consecutivos, representan una amenaza significativa no sólo para la salud humana sino también para los diferentes sistemas biológicos, produciendo alteraciones, modificaciones y hasta mortandad. Los criterios para definir las OC varían de acuerdo a la forma de estimarlas. El Servicio Meteorológico Nacional considera, que una ola de calor ocurre cuando las temperaturas máximas (TM) y temperaturas mínimas (tm) superan o igualan, por lo menos durante 3 días consecutivos, el percentil 90 para el semestre octubre - marzo. El objetivo de este trabajo es determinar eventos de OC en la ciudad de San Salvador de Jujuy y realizar la descripción temporal de su ocurrencia, considerando umbrales climáticos diarios tanto en el semestre cálido como frío de la serie 1987 - 2022 de la estación climática Augusto M. Romain. La metodología utilizada permite monitorear las OC para las diferentes estaciones del año, las que han aumentado e intensificado durante las últimas décadas en todo el mundo con una mayor recurrencia en el sitio en estudio. Se observa desde el sexenio 1993-1998 al 2017-2022, una tendencia en aumento muy importante. Las mayores frecuencias de efecto Foëhn se dan en junio, pero las más altas temperaturas en septiembre, lo que permite concluir que no es el único fenómeno de variabilidad climática que provoca este aumento. Debe sumarse el efecto urbano que altera a través del balance radiativo, los valores de temperatura aumentando los extremos térmicos en el ámbito urbano y rural, lo que debe ser considerado por los tomadores de decisiones. Como comentario final resulta evidente que, el aumento temporal de las OC constituye una amenaza emergente más del Cambio Climático.

Palabras clave: eventos extremos, polo de calor, cambio climático, NOA

SUMMARY

Heat waves (HW), considered as consecutive hot days, represent a significant threat not only to human health but also to different biological systems, producing alterations, modifications and even mortality. The criteria for defining HW vary according to the way to estimate them. The National Meteorological Service considers that a heat wave occurs when the maximum temperatures (MT) and minimum temperatures (mt) exceed or equal, for at least 3 consecutive days, the 90th percentile for the October - March semester. The objective of this work is to determine HW events in the city of San Salvador de Jujuy and make a temporal description of their occurrence, considering daily climatic thresholds in both the warm and cold semesters of the 1987 - 2022 series of Augusto M. Romain weather station. The methodology used allows monitoring the HW for the different seasons of the year, which have increased and intensified during the last decades throughout the world with a greater recurrence in the site under study. A very important increasing trend is observed from the six-year period 1993-1998 to 2017-2022. The highest frequencies of the Foëhn effect occur in June, but the highest temperatures in September, which allows us to conclude that it is not the only climate variability phenomenon causing this increase. In addition, the urban effect, which alters temperature values through the radiative balance, increasing thermal extremes in urban and rural areas, must be considered by decision makers. As a final comment, it is evident that the temporary increase in HW constitutes another emerging threat from climate change.

Keywords: climate change, extreme events, heat pole, NOA

INTRODUCCIÓN

Existen varios enunciados y métricas para describir las olas de calor (OC), aunque la bibliografía exhibe discrepancia en cuanto a los criterios de definición de esta adversidad. En 2015, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) publican “Olas de calor y salud: orientación sobre el desarrollo de sistemas de alerta” donde se establecen pautas para abordar el estudio de este fenómeno (McGregor, Bessmoulin, Ebi & Menne, 2015).

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) considera, un evento de OC cuando las temperaturas máximas y mínimas superan o igualan, por lo menos durante 3 días consecutivos, ciertos valores umbrales que dependen de cada localidad (percentil 90 del semestre cálido octubre-marzo) (SMN, 2023a; SMN, 2023b). Por otra parte, la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) publica en 2020 un “Informe Técnico - Olas de Calor en Chile: Una nueva metodología para el estudio y monitoreo de los eventos de altas temperaturas”, en el cual analiza metodologías para estudiar OC. Entre los aspectos más relevantes considera como umbral, el percentil 90 diario climatológico, que las OC existen todo el año y que se van a monitorear incluso en las épocas de menor temperatura (DMC, 2020).

Baldwin, Dessy, Vecchi, & Oppenheimer, (2019), consideran que las OC (días calurosos consecutivos) presentan una amenaza significativa para la salud humana, ya que numerosos estudios de diferentes países demuestran que éstas, provocan una mortalidad y una morbilidad elevadas. Un artículo realizado

para la Ciudad de Buenos Aires, Argentina, en 2015, valora que el riesgo de muerte por causas naturales se ha incrementado en un 14% durante las OC ocurridas durante el semestre cálido, siendo más afectadas las personas menores de 15 y los mayores de 84 años de ambos sexos (Chesini, Abrutzky & Titto, 2019).

El calentamiento global provocado por el incremento de los gases de efecto invernadero acentúa las consecuencias en los diferentes sistemas biológicos. Las proyecciones climáticas indican una continua intensificación de eventos extremos de ocurrencia aislada y en la mayoría de los casos de manera conjunta (por ejemplo sequías y eventos de ola de calor simultáneos) (Marengo et al., 2022).

Los impactos de las temperaturas extremas y el calor en las áreas urbanas generan una mayor preocupación, ya que las ciudades están experimentando temperaturas récord en cualquier estación del año (Marengo et al., 2022). La mayoría de los fenómenos ocurren en las regiones con una gran densidad de población y desarrollo urbano que tienen condiciones de superficie más cálidas debido a las alteraciones de la cubierta terrestre sumado al alto calor antropogénico (Harmay & Choi, 2022; Bratu et al., 2022). La urbanización produce la extensión de una superficie impermeable, que puede modificar las condiciones meteorológicas, las propiedades aerodinámicas, el proceso hidrológico y la morfología de la misma, lo que ocasiona incrementos en la temperatura del lugar, debido, entre otras cosas, a la baja evapotranspiración. (Harmay & Choi, 2022).

En tanto que, para el sector agrícola, Harmay & Choi (2022), consideran que las OC durante el verano de 2012 a 2013 afectaron a Australia, y alteraron el ciclo del carbono y la producción de rendimiento de cultivos en el sur de China, entre otros casos.

En Argentina, los eventos de OC son descritos por el SMN (SMN, 2023a; SMN, 2023b), a través de reportes especiales y sistemas de alerta temprana, que brinda a los usuarios información detallada sobre esta adversidad. En la provincia de Jujuy, se la realiza para las dos estaciones de superficie (La Quiaca Aero y Jujuy Aero). Esta Institución considera, para su estimación el semestre cálido y los percentiles 90 de temperaturas máximas y mínimas.

Una de las adversidades características en la región del Noroeste Argentino es el efecto Foëhn. Éste se refiere al viento cálido y seco de ladera que sopla a sotavento de las montañas, y si bien el término se usa en todo el mundo, localmente recibe diferentes nombres tales como Viento Norte o Viento Zonda. En América del Sur, es un viento que sopla a lo largo de las laderas orientales de la Cordillera de los Andes, que suele ir acompañado de fuertes rachas provocando aumentos bruscos de la temperatura y la reducción de la humedad relativa en el semestre frío principalmente (Antico, Chou & Brunini, 2021).

Marengo et al., (2022) considera que las OC han aumentado e intensificado durante las últimas décadas en todo el mundo y las proyecciones climáticas sugieren una mayor intensificación en muchas regiones, ocurriendo no solamente en el semestre cálido, por lo que este viento podría estar relacionado con los eventos de OC para el invierno, ya que se producen aumentos anómalos de temperatura.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es determinar eventos de “ola de calor” con información meteorológica de la Estación climática Augusto M. Romain ubicada en la ciudad de San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina considerando umbrales climáticos diarios tanto en el semestre cálido como frío. En este estudio no se evalúa específicamente los impactos ni la atribución de las causas de esta adversidad, sin embargo, se hace una descripción temporal de su ocurrencia, la que puede contribuir para conocer el comportamiento de los eventos meteorológicos en los últimos años en la ciudad de San Salvador de Jujuy.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se han utilizado registros diarios de temperaturas máximas y mínimas de la serie 1987 - 2022 de la estación climática Augusto M. Romain (latitud: -24,20; longitud: -65,32 y altitud: 1303 m snm) perteneciente

a la cátedra de Agroclimatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Jujuy, en convenio con el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (Figura 1).

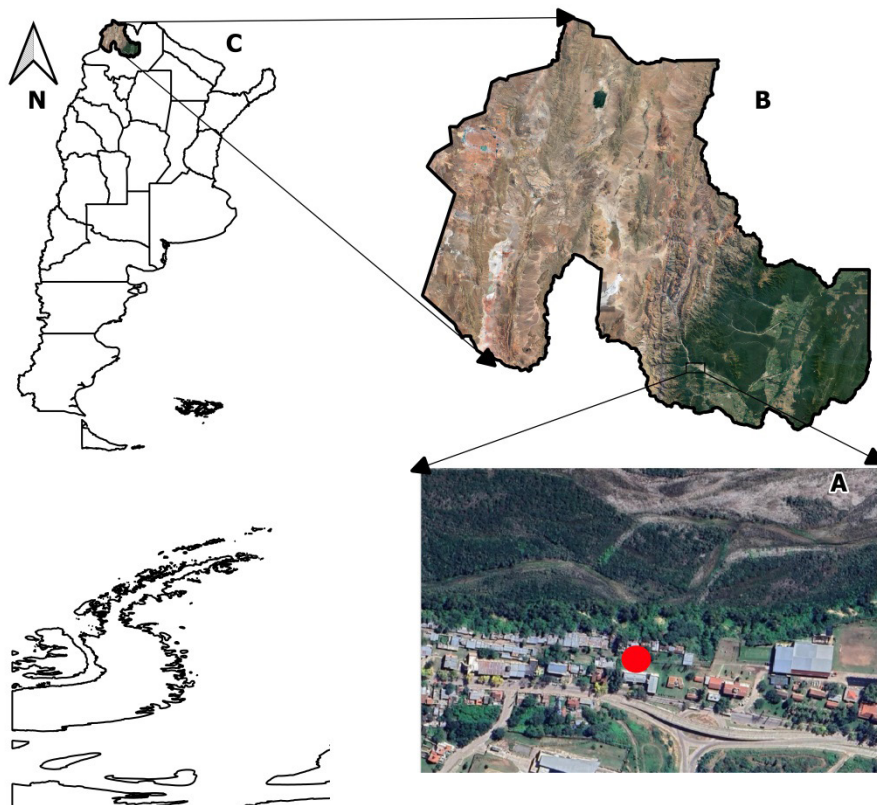


Figura 1: Ubicación de la estación climática Augusto Romaín, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina. A: Ubicación de la estación Augusto Romaín (punto rojo), B: Provincia de Jujuy y C: Argentina.

En este trabajo, se han considerado los criterios de DMC (2020) para definir ola de calor. Este evento ocurre cuando las temperaturas máximas y mínimas superan o igualan al percentil 90 diario climatológico en por lo menos 3 días consecutivos, tanto en los semestre cálido (Octubre-Marzo) como en el semestre frío (Abril-Septiembre) (DMC, 2020).

Se caracterizó OC teniendo en cuenta: fechas de inicio y fin (cuando las temperaturas extremas fueron igual o superior al umbral considerado), temperatura máxima y mínima absolutas ocurridas durante el evento y duración de la misma. A partir de la información generada se realizó gráficos de distribución mensual, distribución de duración de OC y distribución de sexenio (periodo de 6 años) de los eventos de OC.

RESULTADOS

Del análisis de los registros diarios de temperaturas de la serie de 1987–2022, los extremos de los percentiles 90 de temperatura máxima (PTmax) y temperatura mínima (PTmin) ocurrieron en momentos diferentes (Figura 2). En el semestre cálido, los mayores valores PTmáx suceden en los meses de octubre-noviembre, alcanzando el valor máximo de 35,9 °C el día 29 de Octubre (Figura 2.a línea roja), mientras que en PTmin los mayores valores se alcanzan en los meses de diciembre-enero con 19,6 °C el 31 de Enero (Figura 2.a línea azul).

En el semestre frío, los mayores valores de PTmax, línea superior, se presentan en el mes de septiembre con 33 °C el 7 de Septiembre (Figura 2.b línea roja) y en el mes de abril para PTmin, línea inferior, con 17,8 °C el día 4 de abril (Figura 2.b línea azul).

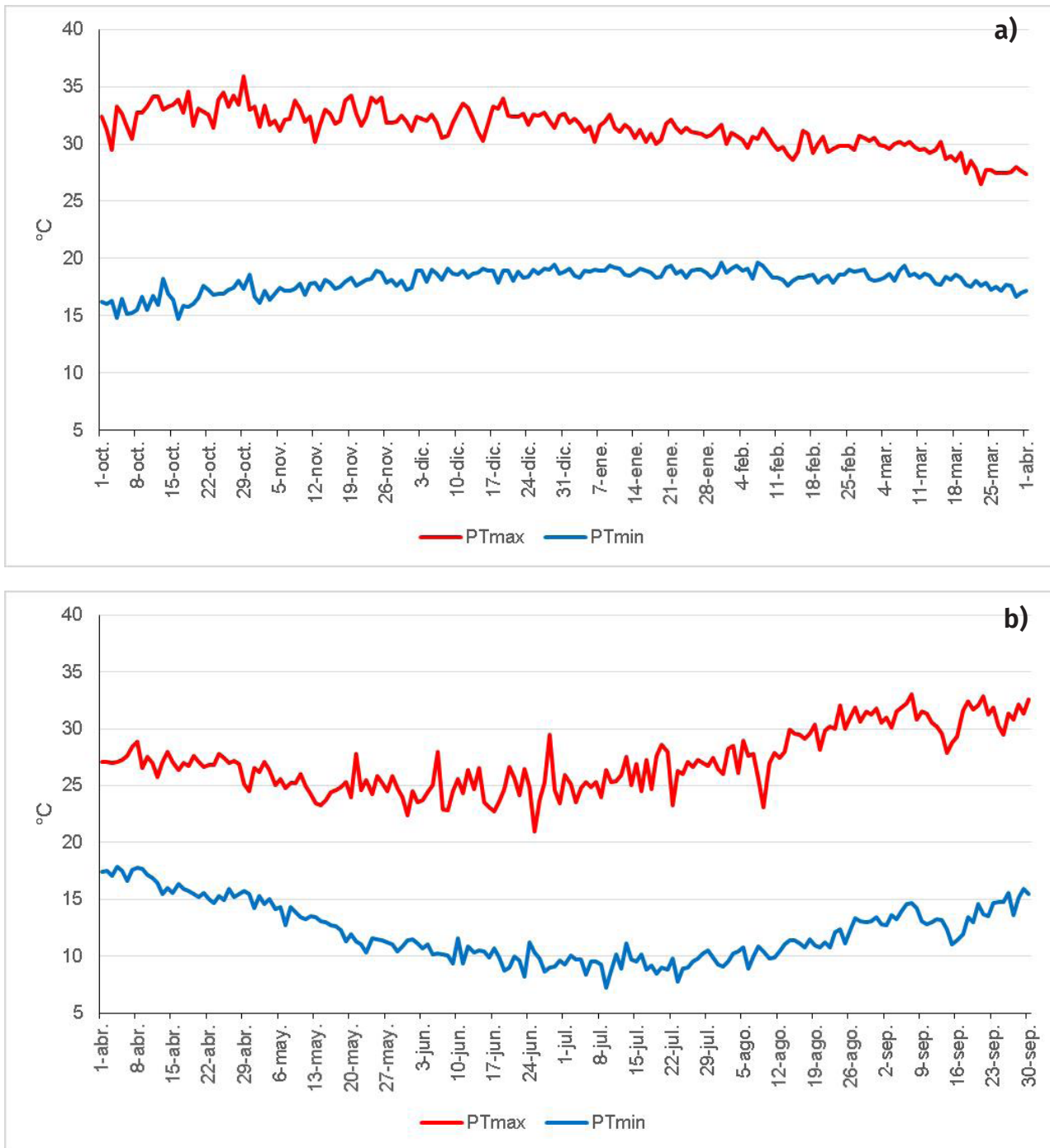


Figura 2: Marcha diaria de los percentiles 90 de temperatura máxima (PTmax) y temperatura mínima (PTmin). a) Semestre cálido y b) Semestre frío.

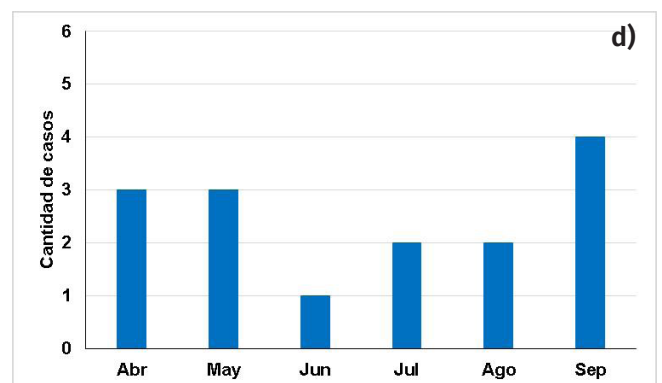
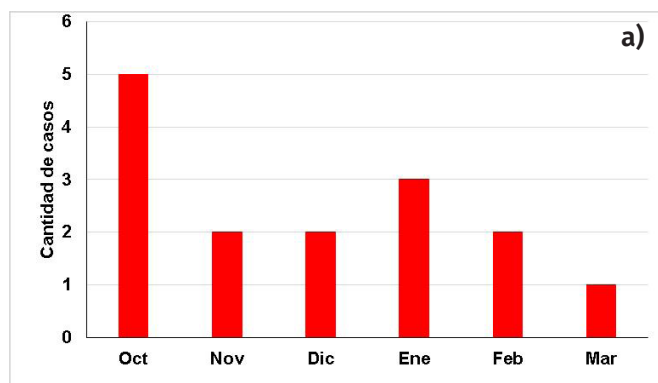
En el semestre cálido, entre los meses de octubre-noviembre se observan los mayores valores de temperaturas para la ocurrencia de eventos de ola de calor, superando los 38.6 °C y 21.3°C de temperatura máxima y mínima, respectivamente (Cuadro 1). En octubre, ocurre la mayor frecuencia de olas de calor (Figura 3.a) predominando como periodo de duración de 3 días(Figura 3.b). A partir del año 2002 se contabilizan los primeros eventos OC (Cuadro 1 y Figura 3.c), sucediendo en los últimos 6 años el periodo con mayor cantidad de días (21 días) con OC (Figura 3.c).

En el semestre frío, los mayores valores de temperatura máxima y mínima ocurren en los meses de julio a septiembre alcanzando los 35.9º y 17.9 °C, respectivamente (Cuadro 1). El mes de septiembre (Figura 3.d) y la duración de 3 días (Figura 3.e) tienen la mayor predominancia de OC, ocurriendo la mayor cantidad

de días en los últimos 10 años (Figura 3.f).

Cuadro 1: Caracterización de ola de calor en los semestres cálido y frío del periodo 1987-2022 en la ciudad de San Salvador de Jujuy.

| Semestre cálido | | | | | Semestre frío | | | | |
|-----------------|--------------|----------|------|------|-----------------|--------------|----------|------|------|
| Fecha de inicio | Fecha de fin | Duración | Tmax | Tmin | Fecha de inicio | Fecha de fin | Duración | Tmax | Tmin |
| 05/10/2002 | 07/10/2002 | 3 | 36,5 | 17,9 | 11/7/1987 | 13/7/1987 | 3 | 35,9 | 15,8 |
| 13/10/2002 | 15/10/2002 | 3 | 34,9 | 21,1 | 19/9/1994 | 24/9/1994 | 6 | 34,8 | 17,9 |
| 18/11/2002 | 20/11/2002 | 3 | 36,6 | 21,3 | 21/6/1997 | 23/6/1997 | 3 | 32,5 | 11,2 |
| 07/1/2005 | 09/1/2005 | 3 | 36,3 | 19,4 | 12/4/2001 | 14/4/2001 | 3 | 29,8 | 17,4 |
| 31/10/2009 | 02/11/2009 | 3 | 38,6 | 20,0 | 14/5/2002 | 16/5/2002 | 3 | 27,1 | 16,5 |
| 21/11/2009 | 23/11/2009 | 3 | 35,1 | 20,9 | 04/9/2004 | 06/9/2004 | 3 | 35,0 | 15,8 |
| 29/12/2013 | 31/12/2013 | 3 | 35,2 | 19,9 | 01/8/2005 | 05/8/2005 | 5 | 33,6 | 13,1 |
| 21/1/2014 | 23/1/2014 | 3 | 34,2 | 21,0 | 18/4/2007 | 20/4/2007 | 3 | 28,0 | 17,4 |
| 15/2/2016 | 19/2/2016 | 5 | 31,6 | 20,6 | 15/9/2012 | 18/9/2012 | 4 | 35,6 | 16,6 |
| 23/1/2019 | 26/1/2019 | 4 | 35,1 | 21,3 | 07/9/2013 | 12/9/2013 | 6 | 33,4 | 15,1 |
| 21/2/2019 | 24/2/2019 | 4 | 35,0 | 19,3 | 22/8/2014 | 24/8/2014 | 3 | 35,8 | 14,5 |
| 28/10/2019 | 30/10/2019 | 3 | 38,3 | 19,3 | 27/4/2018 | 30/4/2018 | 4 | 27,7 | 17,8 |
| 23/3/2020 | 25/3/2020 | 3 | 28,4 | 19,7 | 02/5/2018 | 04/5/2018 | 3 | 27,6 | 19,2 |
| 23/10/2020 | 25/10/2020 | 3 | 34,5 | 19,6 | 22/5/2020 | 25/5/2020 | 4 | 29,4 | 17,2 |
| 07/12/2022 | 10/12/2022 | 4 | 38,1 | 20,9 | 25/7/2022 | 27/7/2022 | 3 | 28,9 | 14,9 |



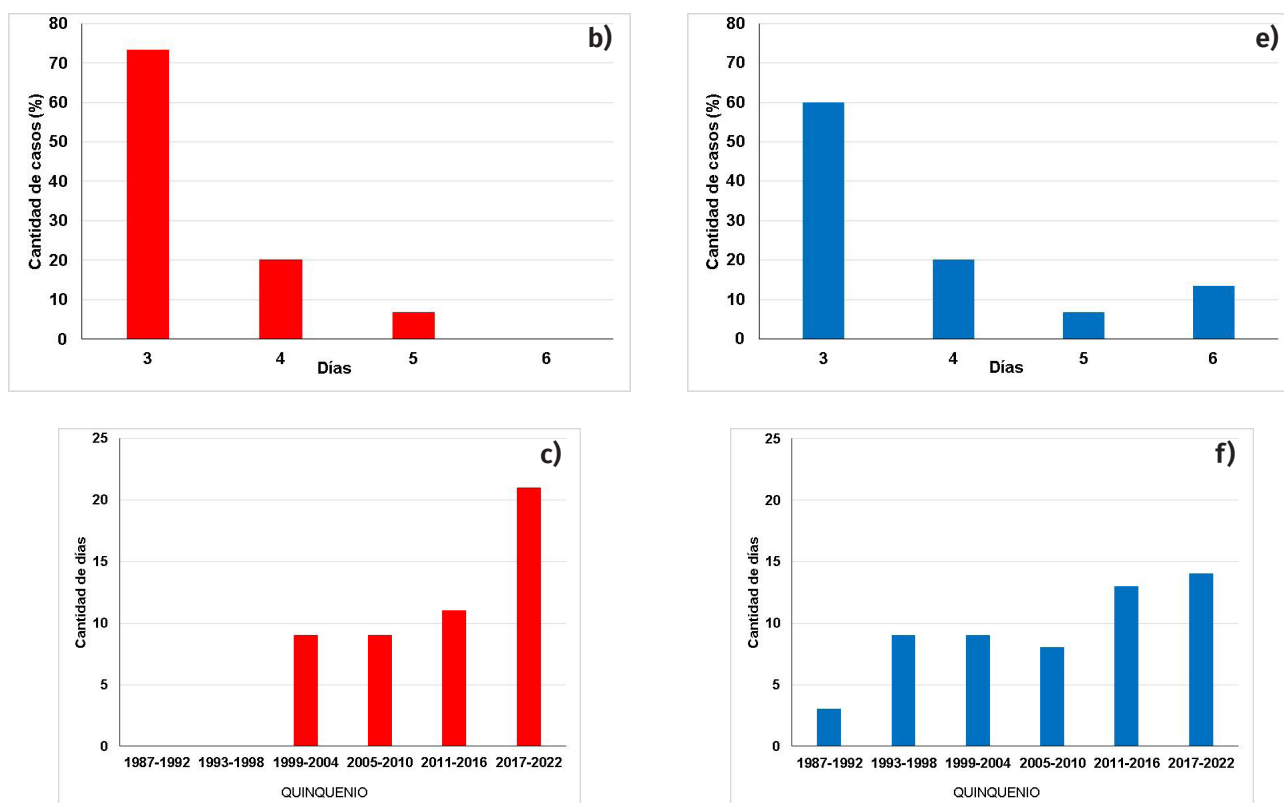


Figura 3: Cantidad de casos y distribución de los casos de ola de calor en el periodo 1987-2022 a) y d): Mensual; b) y e): Duración; c) y f): Sexenio. Barras de color rojo semestre cálido y azul semestre frío.

DISCUSIÓN

El DMC considera valores de los percentiles variables por día, tanto de temperaturas máximas como mínimas (Perkins, Alexander & Nairn, 2012; DMC, 2020). Definiciones de OC basadas en umbrales de temperatura mensuales (Pezza, Van Rensch & Cai, 2011; Cowan et al., 2014) y en umbrales de semestre cálido (SMN, 2023a; SMN, 2023b) pueden no resultar tan precisas para caracterizar esta adversidad, ya que identifican predominantemente eventos sesgados hacia los meses de mayor ocurrencia de temperatura; mientras que la metodología para determinar OC basadas en umbrales diarios (por ejemplo: percentiles), no muestran tales características. Sin embargo, el umbral varía con el ciclo estacional y, por lo tanto, implica identificar "períodos cálidos" durante las estaciones que no son de verano, en lugar de centrarse en la temperatura absoluta (Sauter, White, Fowler & Westra, 2023; White et al., 2023).

La mayor ocurrencia de eventos de OC ocurrida en los últimos 6 años (Figuras 3.c y f) se corresponde con lo afirmado por los expertos de cambio climático donde se explicita que "la segunda década del siglo XXI es la más cálida de todas" (Stocker et al., 2013). Estos resultados son análogos a los obtenidos en otros estudios, así, Marengo et al., (2022) citan que entre 1980 y 2014 hubo un aumento en la intensidad y en la frecuencia de OC, con hasta un 75% más de eventos ocurridos sólo en los últimos 10 años. La ocurrencia de OC en el semestre cálido en los últimos e sexenios, se encuentra en concordancia a lo citado con Rusticucci, Kyselý, Almeira & Lhotka, (2015), para la región del Noroeste Argentino entre los años 2001 a 2010 quienes observaron eventos de OC nunca antes registrados.

Por otra parte, Antico et al., (2021) considera que el efecto Foëhn es más frecuente durante el invierno y primavera en las laderas orientales del Altiplano (25° S y 31° S) y provoca anomalías de temperatura positivas que superan 2,5 veces la desviación estándar. Si bien la mayor ocurrencia de este viento, en las latitudes descriptas es en junio, no hay correspondencia con la OC de septiembre, en el semestre frío (Figura 3.d), es decir éstas, no se intensifican únicamente con el efecto Foëhn y se sugiere realizar otros estudios para comprender los fenómenos de variabilidad climática que impulsan las OC durante

el semestre de abril a septiembre. En la estación climática Augusto Romain ocurre un proceso similar, ya que la mayor frecuencia de vientos es en julio y la OC en septiembre.

Otro proceso relacionado a esta adversidad, lo constituye la urbanización. Harmay & Choi, (2022) consideran que la temperatura de la superficie terrestre aumenta con el avance de la urbanización debido al cambio en los materiales empleados. En la provincia de Jujuy desde 1970 a 2010 se observa un aumento del 22% de la población urbana (DIPEC, 2023), lo que podría resultar en un efecto de Isla de calor urbana (ICU). Los cambios en las condiciones climáticas a largo plazo, a nivel de ciudad, están determinados por la conversión de suelo natural en suelo urbano. El efecto de ICU ocurre cuando la vegetación es reemplazada por materiales como el concreto y el asfalto, que tienen una mayor capacidad calorífica y conductividad térmica (Harmay & Choi, 2022; Estrada, Botzen & Tol, 2017). Este proceso de urbanización altera el balance energético y produce cambios en el clima local, como temperaturas más altas y cambios en los patrones de precipitación y viento. El efecto ICU puede exacerbar las olas de calor que, entre otros impactos, se ha demostrado causan pérdidas económicas debido a la reducción de la productividad laboral (Estrada et al., 2017; Bratu et al., 2022). La mayor ocurrencia de eventos de OC en los últimos 10 años en ambos semestres (Figura 3.f y 3.c) podría estar relacionada con la urbanización en la ciudad de San Salvador de Jujuy. Los impactos negativos más importantes de la combinación de OC y del efecto ICU son un mayor uso de energía para refrigeración, mayores emisiones de contaminantes atmosféricos, riesgos e incomodidad para la salud humana y menor calidad de agua. Sin embargo, estos impactos locales pueden ser limitados por políticas adaptativas a nivel de ciudad, que podrían incluir pavimentos frescos, techos verdes frescos y vegetación en expansión en las ciudades (arbolado urbano, plazas y parques) (Estrada et al., 2017).

CONCLUSIONES

Los extremos térmicos y su persistencia tienen implicancias importantes sobre diferentes aspectos socioeconómicos: salud, agricultura, desarrollo regional, ocio, etc. Las OC han aumentado e intensificado durante las últimas décadas en todo el mundo y las proyecciones climáticas sugieren una mayor recurrencia en muchas regiones, especialmente en el Noroeste Argentino.

La metodología aplicada de la DMC, donde los percentiles son diarios y no estacionales permite monitorear las OC para las diferentes estaciones del año, ya que cualquier fenómeno de variabilidad climática provoca alteraciones de la temperatura, especialmente en invierno y primavera.

Al agrupar las OC cada 6 años, se puede observar una tendencia en aumento muy marcada especialmente en el último sexenio tanto para el semestre cálido como el frío.

El efecto Foëhn no es el único fenómeno que provoca aumento de las temperaturas en invierno y primavera, ya que la mayor frecuencia ocurre en junio y las más altas temperaturas en septiembre.

El efecto urbano altera, a través del balance radiativo, los valores de temperatura aumentando las OC, por lo que las políticas públicas deben considerar planificaciones apropiadas para la atenuación de esta adversidad mediante el aumento de las superficies con arbolado urbano y priorizando la conservación de áreas aledañas a las ciudades.

Finalmente resulta evidente que el aumento temporal de las olas de calor constituye una amenaza emergente más del cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

Antico, P. L., Chou, S. C. & Brunini, C. A. (2021). The foehn wind east of the Andes in a 20-year climate simulation. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 133, 317-330.

- Baldwin, J. W., Dessy, J. B., Vecchi, G. A., & Oppenheimer, M. (2019). Temporally compound heat wave events and global warming: An emerging hazard. *Earth's Future*, 7(4), 411-427.
- Bratu, A., Card, K. G., Closson, K., Aran, N., Marshall, C., Clayton, S. & Hogg, R. S. (2022). The 2021 Western North American heat dome increased climate change anxiety among British Columbians: Results from a natural experiment. *The Journal of Climate Change and Health*, 6, 100116.
- Chesini, F., Abrutzky, R., & Titto, E. D. (2019). Mortalidad por olas de calor en la Ciudad de Buenos Aires, Argentina (2005-2015). *Cadernos de Saúde Pública*, 35, e00165218.
- Cowan, T., Purich, A., Perkins, S., Pezza, A., Boschat, G., & Sadler, K. (2014). More frequent, longer, and hotter heat waves for Australia in the twenty-first century. *Journal of Climate*, 27(15), 5851-5871.
- Dirección Meteorológica de Chile (DMC). (2020). Olas de Calor en Chile: Una nueva Metodología para el estudio y monitoreo de los eventos de altas temperaturas. Recuperado de: <https://climatologia.meteochile.gob.cl/publicaciones/olasDeCalor/informeOladecalorMetodologia.pdf>
- Dirección provincial de estadística y censos (DIPEC). (2023). Recuperado en: <http://dipec.jujuy.gob.ar/poblacion/estructura-de-la-poblacion/composicion-y-distribucion-de-la-poblacion/#265-267-distribucion-espacial-urbano-rural>
- Estrada, F., Botzen, W. W., & Tol, R. S. (2017). A global economic assessment of city policies to reduce climate change impacts. *Nature Climate Change*, 7(6), 403-406.
- Harmay, N. S. M., & Choi, M. (2022). Effects of heat waves on urban warming across different urban morphologies and climate zones. *Building and Environment*, 209, 108677. <http://www3.smn.gob.ar/serviciosclimaticos/?mod=elclima&id=14&var=jujuy>
- Marengo, J. A., Ambrizzi, T., Barreto, N., Cunha, A. P., Ramos, A. M., Skansi, M. & Salinas, R. (2022). The heat wave of October 2020 in central South America. *International Journal of Climatology*, 42(4), 2281-2298.
- McGregor, G. R., Bessmoulin, P., Ebi, K., & Menne, B. (2015). Heatwaves and health: guidance on warning-system development. WMOP.
- Perkins, S. E., Alexander, L. V., & Nairn, J. R. (2012). Increasing frequency, intensity and duration of observed global heatwaves and warm spells. *Geophysical Research Letters*, 39(20).
- Pezza, A. B., Van Rensch, P., & Cai, W. (2012). Severe heat waves in Southern Australia: synoptic climatology and large scale connections. *Climate Dynamics*, 38, 209-224.
- Rusticucci, M., Kyselý, J., Almeida, G. & Lhotka, O. (2015). Long-term variability of heat waves in Argentina and recurrence probability of the severe 2008 heat wave in Buenos Aires. *Theoretical and Applied Climatology*, 124, 679-689.
- Sauter, C., White, C. J., Fowler, H. J. & Westra, S. (2023). Temporally compounding heatwave-heavy rainfall events in Australia. *International Journal of Climatology*, 43(2), 1050-1061.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2023a). Recuperado de: <https://www.smn.gob.ar/estadísticas>
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2023b). Recuperado de: <https://www.smn.gob.ar/estadísticas>

- Stocker TF, Qin D, Plattner GK, Tignor MMB, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V & Midgley PM. (2013). Cambio Climático 2013: Bases físicas. Resumen para responsables de políticas, Resumen técnico y Preguntas frecuentes. Recuperado de: https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf
- White, R. H., Anderson, S., Booth, J. F., Braich, G., Draeger, C., Fei, C. & West, G. (2023). The unprecedented Pacific Northwest heatwave of June 2021. *Nature Communications*, 14(1), 727.