

# EVOLUCIÓN Y DISPONIBILIDAD DE HORAS-FRÍO EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

Lara Raffetti Ballerini<sup>1,2</sup>, Natalia B. Rodeiro<sup>1,2</sup>, Luca G. Focaia Bauhoffer<sup>1,2</sup>, Adrián H. Irurzun<sup>2</sup>

[lara.raffetti@gmail.com](mailto:lara.raffetti@gmail.com)

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN-UBA)

<sup>2</sup>Jardín Botánico Carlos Thays (JBCT)

**Palabras clave:** Horas frío, Índice de Disminución Anual, Calentamiento urbano.

## 1) INTRODUCCIÓN

El requerimiento de frío, también conocido como acumulación de frío, es un factor decisivo en el ciclo vegetativo de las especies frutales caducifolias. Durante ese enfriamiento ocurre la dormición, que se caracteriza por la supresión temporal del crecimiento visible de cualquier estructura de una planta que contenga meristemo (Lang, 1996). La fase de brotación o inicio del ciclo reproductivo durante la primavera de las especies arbóreas que componen el arbolado urbano de la Ciudad de Buenos Aires (CABA) y la colección del Jardín Botánico Carlos Thays es afectada por las características climáticas del invierno precedente.

Su valoración cuantitativa se generaliza a partir del trabajo realizado por Nightingale y Blake (1934), quienes determinaron el umbral de 7°C como la temperatura mínima de crecimiento para especies caducifolias a través del cómputo de las horas frío (HF).

El objetivo del presente trabajo fue calcular las HF en las estaciones Observatorio Central Buenos Aires (OCBA) y Aeroparque (AEP) durante el período 1999-2024 con el fin de caracterizar la evolución en el clima invernal urbano. En un contexto de cambio climático, también se buscó tener en cuenta el efecto de la isla urbana de calor en el crecimiento de las especies arbóreas de la ciudad. A fin de comparar con trabajos precedentes, se analizó también el Índice de Disminución Anual (IDA) definido por Murphy y otros (1999).

## 2) METODOLOGÍA

Se calculó la cantidad de HF en las estaciones meteorológicas OCBA y AEP para el período 1999-2024 a partir de datos horarios provistos por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), teniendo en cuenta los casos en los que la temperatura del aire era menor a 7°C.

Se determinó las HF anuales y mensuales y a continuación, con el fin de analizar el efecto del calentamiento urbano sobre la cantidad de HF y facilitar la comparación entre estaciones, se calculó el IDA mensual según la siguiente ecuación:

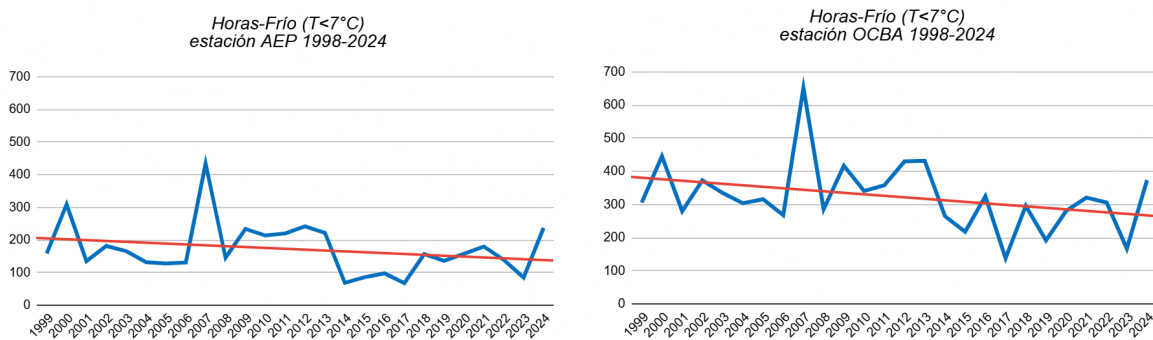
$$IDA (\%) = \left( \frac{T_r}{\bar{x}} \right) * 100 \quad (1)$$

Donde  $T_r$  representa la tendencia de la recta de ajuste de las series HF mensuales y  $\bar{x}$  el promedio de los datos de HF para cada mes. La tendencia de la recta de ajuste de las series se calculó por medio de la regresión lineal por cuadrados mínimos.

Para la realización de estos cálculos se utilizó la información generada por la Calculadora de Índices Climáticos de la Base Cano del Jardín Botánico Carlos Thays de la Ciudad de Buenos Aires.

### 3) RESULTADOS Y DISCUSIÓN

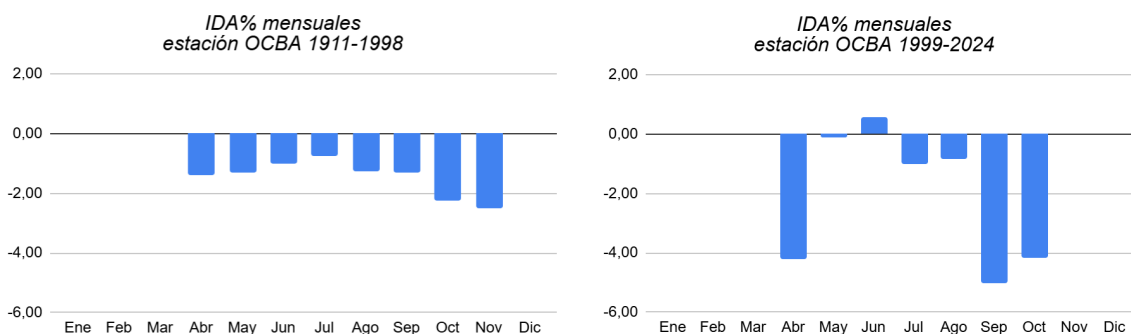
La cantidad anual de HF acumuladas para el período 1999-2024 en OCBA y AEP se muestran en la Figura 1. En este período se visualiza una variabilidad con dos máximos notables en los años 2000 y 2007 en ambas estaciones, y otro máximo local más pronunciado en OCBA respecto de AEP en 2002. Entre 2009 y 2013, las variables se mantienen aproximadamente constantes, disminuyendo abruptamente a partir del 2014. En ese sentido, Irurzun (2022) destaca esa clara disminución de las HF a lo largo de la última década que se aprecia en la Figura. Sin embargo, al extender el estudio al presente se observa un fuerte aumento de las variables en el año 2024.



**Figura N° 1:** Horas-frío (HF) y su tendencia anual para las estaciones Aeroparque Aero (AEP) (izquierda) y Observatorio Central Buenos Aires (OCBA) (derecha) – Período 1999-2024.

Respecto de valores históricos de HF calculados por Murphy y otros (1999) para el período 1911-1998, se observa una significativa disminución anual de la HF que alcanza a un 46% en la estación OCBA (562 versus 303 HF actuales) y un 34% en la estación AEP (233 versus 154 HF actuales).

Además, se calcularon las tendencias mensuales y se encontró que para ambas estaciones los meses de abril, mayo, y julio a octubre presentan tendencias negativas en la serie de las HF desde 1999 a la actualidad. Dicha señal indica que persiste una gradual disminución de las HF anuales y mensuales, ya identificada por Murphy (Murphy y otros, 1999) para períodos anteriores (1911-1998). El mes de junio sin embargo presenta una leve tendencia positiva que no alcanza a compensar la disminución anual de las HF.



**Figura N° 2:** IDA mensuales para la estación Observatorio Central Buenos Aires (OCBA) para el período 1911 - 1998 (izquierda) - Extraída de Murphy y otros (1999) - y el período 1999-2024 (derecha).

A fin de comparar con el trabajo precedente, se analiza el IDA mensual, únicamente para la estación de OCBA, en el período estudiado por Murphy y otros (1999) y el período actual (Figura 2). Se destaca que en este último, a diferencia del período anterior, el mes de

noviembre no ha sido incluido debido a la falta de ocurrencias de HF significativas.

Se observa que actualmente se alcanzan valores de disminuciones anuales 50% mayores respecto al período de 1911-1998 para los meses de abril, septiembre y octubre. Por otro lado, se advierte una positividad para el mes de junio debida al aporte de la disponibilidad de horas frío registradas para dicho mes desde el año 2007 en adelante.

Para ambos periodos, los meses del otoño y, especialmente, los de la primavera, son los más afectados por el calentamiento de la ciudad, traducido en una mayor reducción porcentual de HF por año. Sin embargo, es importante notar que desde 1999 a la actualidad, no solo hay una mayor disminución de HF por año, si no que además se comprime su ocurrencia anual hacia el invierno dado que ya no se registran HF en noviembre y la disminución anual de HF durante los meses de abril, septiembre y octubre es significativa y relevante respecto del período 1911-1998.

#### **4) CONCLUSIONES**

A partir de los resultados y los análisis realizados, para el período estudiado se destaca una disminución significativa de las HF en las estaciones de OCBA y AEP.

Las disponibilidades de frío se reducen de manera importante durante los meses correspondientes a las estaciones de otoño y primavera por el efecto del aumento de las temperaturas con respecto al invierno. En ese sentido, al analizar lo que sucede para la estación OCBA desde 1999 a la actualidad, se evidencia un aumento en la disminución de HF por año y una concentración de su ocurrencia en invierno, a diferencia del período 1911–1998 donde otoño y primavera presentaban mayores ocurrencias de HF .

La caracterización y monitoreo continuo de variables agroclimáticas resultan fundamentales tanto para la planificación de espacios verdes como para la implementación de estrategias de mitigación y adaptación frente al cambio climático, asegurando así la funcionalidad y supervivencia de las especies vegetales en entornos urbanos.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Se destaca el apoyo de la Asociación Amigos del Jardín Botánico de Buenos Aires para la realización de este trabajo.

#### **REFERENCIAS**

**Iruzun A. H., 2022:** Variación y disponibilidad de horas-frío y grados-día de enfriamiento invernal en la Ciudad de Buenos Aires. XIV Congreso Argentino de Meteorología (CONGREGMET XIV). Buenos Aires, Argentina.

**Lang, G. A., 1996:** Plant Dormancy: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. CAB International. Wallingford. Oxon, Reino Unido, 386.

**Murphy G. M., Herrera, J. A. y Hurtado, R., 1999:** Variación temporal y espacial de la disponibilidad de enfriamiento invernal en la ciudad de Buenos Aires y en el conurbano bonaerense. Revista de la Facultad de Agronomía de la U.B.A., 3, 219-227.

**Nightingale, G. T. y Blake, M. A., 1934:** Effect of temperature on the growth and metabolism of Elberta peach trees with notes on the growth responses of other varieties. New Jersey Agricultural Experiment Station Bulletin, 567, 19-20.