

# INFLUENCIA DEL ARBOLADO DE LAS PLAZAS SOBRE LAS TEMPERATURAS ESTIVALES EN LA LOCALIDAD DE PUNTA ALTA (ARGENTINA)

## Ana Laura Ramos

Profesora en Geografía. Becaria del Consejo Interuniversitario Nacional (CIN)

E-mail: [anauramos55@gmail.com](mailto:anauramos55@gmail.com)  
ORCID: [0009-0007-8317-0804](https://orcid.org/0009-0007-8317-0804)

## Valeria Soledad Duval

Profesora, licenciada y doctora en Geografía, egresada de la Universidad Nacional del Sur. Docente del Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur. Investigadora asistente en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

E-mail: [valeria.duval@uns.edu.ar](mailto:valeria.duval@uns.edu.ar)  
ORCID: [0000-0001-9048-3058](https://orcid.org/0000-0001-9048-3058)

## Graciela María Benedetti

Profesora y licenciada, egresada de la Universidad Nacional del Sur. Master of Arts, University of Akron. Docente del Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur. Directora de proyectos de extensión y voluntariado, UNS.

E-mail: [graciela.benedetti@gmail.com](mailto:graciela.benedetti@gmail.com)  
ORCID: [0000-0001-5217-3649](https://orcid.org/0000-0001-5217-3649)

## Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto de investigación "Geografía Física aplicada al estudio de la interacción sociedad-naturaleza. Problemáticas ambientales a diferentes escalas temporoespaciales" (24/G092). Es dirigido por la doctora Verónica Gil y se encuentra subsidiado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur. Por otra parte, se agradece a la licenciada María de los Ángeles Ortuño Cano y al geólogo Gustavo Frank por permitirnos colocar un termohigrómetro en su domicilio particular.

ISSN1666-6186. VOL.39 - N.º 39 (Noviembre de 2024) PP. 069 - 090  
Recibido: 05/07/23 - Evaluado y aprobado: 03/04/24  
<https://doi.org/10.30972/cm.39397894>





**CUADERNO URBANO**  
ESPACIO, CULTURA, SOCIEDAD

**ARTÍCULO**

Ana Laura Ramos  
Valeria Soledad Duval  
Graciela María Benedetti

VOL. 39- N.º 39  
(NOVIEMBRE DE 2024)  
PP. 069-090  
ISSN1666-6186

## INFLUENCIA DEL ARBOLADO DE LAS PLAZAS SOBRE LAS TEMPERATURAS ESTIVALES EN LA LOCALIDAD DE PUNTA ALTA (ARGENTINA)

### RESUMEN

Uno de los problemas que enfrentan las ciudades es la isla de calor, fenómeno que genera discomfort térmico en la población. La infraestructura verde es una de las soluciones de base natural que contribuye a mitigarla. El objetivo del trabajo es analizar la influencia del arbolado de las plazas sobre las temperaturas estivales de la localidad de Punta Alta (Argentina). Para ello, se obtuvo el porcentaje de cobertura vegetal mediante el software i-Tree Canopy y se realizó un censo del arbolado. Además se midió la temperatura del aire y la humedad relativa en cuatro puntos de muestreo de las plazas, durante el verano a las 15 horas. Finalmente, se aplicó el índice de confort de la vegetación en doce árboles de las plazas. Se concluyó que todos los árboles contribuyen a mitigar las temperaturas estivales, principalmente las perennifolias, y a mejorar el confort térmico de los habitantes.

### Palabras clave

Espacios verdes, isla de calor, regulación térmica, ciudades sostenibles.

## INFLUENCE OF TREES IN THE SQUARES ON SUMMER TEMPERATURES IN THE TOWN OF PUNTA ALTA (ARGENTINA)

### ABSTRACT

One of the problems that cities face is the heat island, a phenomenon that generates thermal discomfort in the population. Green infrastructure is one of the nature-based solutions that contribute to mitigating it. The aim of this work is to analyze the influence of trees in the squares on the summer temperatures in the town of Punta Alta (Argentina). For this, the percentage of vegetation cover was obtained using the i-Tree Canopy software and a tree census was carried out. In addition, air temperature and relative humidity were measured at four sampling points in the squares, during the summer at 3:00 p.m. Finally, the vegetation comfort index was applied to twelve trees in the squares. It was concluded that all the trees contribute to mitigate summer temperatures, mainly the evergreen ones, and to improve the thermal comfort for the inhabitants.

### Keywords

Green spaces, heat island, thermal regulation, sustainable cities.

## INFLUÊNCIA DAS ÁRVORES DAS PRAÇAS NAS TEMPERATURAS DO VERÃO NA LOCALIDADE DE PUNTA ALTA (ARGENTINA)

### RESUMO

Um dos problemas que as cidades enfrentam é a ilha de calor, fenômeno que gera desconforto térmico na população. A infraestrutura verde é uma das soluções de base natural que contribui para mitigá-la. O objetivo do trabalho é analisar a influência da arborização das praças sobre as temperaturas estimadas da localidade de Punta Alta (Argentina). Para isso, obteve-se o percentual de cobertura vegetal por meio do software i-Tree Canopy e realizou-se um censo das árvores. Além disso, a temperatura do ar e a umidade relativa do ar foram medidas em quatro pontos de amostragem nas praças, durante o verão às 15 horas. Por fim, o índice de conforto da vegetação foi aplicado a doze árvores das praças. Concluiu-se que todas as árvores contribuem para atenuar as temperaturas de verão, principalmente as perenes, e para melhorar o conforto térmico dos habitantes.

### Palavras chave

Espaços verdes, ilha de calor, regulação térmica, cidades sustentáveis.

## INTRODUCCIÓN

Las últimas décadas se han caracterizado por un incremento de la población mundial, esta situación da como resultado que más de la mitad viva en ciudades (SALBITANO ET AL., 2016). Este crecimiento acelerado produce la degradación de los ecosistemas naturales en las áreas urbanas y en sus alrededores, es por ello que es clave el desarrollo de modelos urbanos sostenibles. En este sentido, se destacan las funciones que cumplen los bosques urbanos al brindar numerosos servicios ecosistémicos que contribuyen al bienestar de toda la población (BORRELLI ET AL., 2018; CALAZA MARTÍNEZ, 2019).

Uno de los problemas importantes que enfrentan las ciudades es la isla de calor que se caracteriza por la ocurrencia de temperaturas más elevadas en el área urbana en relación con la zona del periurbano (OKE ET AL., 2017). Este fenómeno genera desconfort térmico y problemas en la salud de la población y eleva la demanda energética de las viviendas (HEAVISIDE ET AL., 2017). Para contrarrestar sus efectos, se han propuesto diversas estrategias asociadas a la idea de sostenibilidad denominadas Soluciones de base Natural (COHEN-SHACHAM ET AL., 2016; SHAO Y KIM, 2022). Una de ellas es la vegetación que contribuye a regular la temperatura a través de su evapotranspiración y de su sombra, a amortiguar el impacto del viento y a incrementar la humedad (NOWAK & DWYER, 2007; COLUNGA ET AL., 2017; LIMA ALVES & LOPES, 2017; THERÁN NIETO ET AL., 2019; XIOA & YUIZONO, 2022). También reducen el CO<sub>2</sub> de la atmósfera al capturarlo y absorberlo en las raíces, hojas y tronco (NURUZAMAN, 2015; FARES ET AL., 2017). Además, los espacios verdes urbanos generan beneficios para la salud mental y el bienestar de las personas, al ser espacios propicios para la realización de actividades físicas y recreativas (HEAVISIDE ET AL., 2017; NIEUWENHUIJSEN, 2021; RIGOLON ET AL., 2021).

En relación con la mitigación de la isla de calor, en América Latina, Cortés Rojas (2015) analizó el comportamiento térmico de seis plazas en La Serena (Chile) a través de la medición de parámetros climáticos como la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento. Concluyó que a pesar de que las plazas se encontraran en zonas térmicas variadas, todas ellas constituyen zonas de confort térmico durante todo el año. Por otra parte, Moreno et al. (2023) también demostraron estos beneficios en la ciudad de Temuco (Chile) agregando que la regulación térmica es diferencial entre árboles, según el área y tamaño de su copa. En México, Colunga et al. (2017) analizaron la intensidad del efecto de la isla urbana de calor y la influencia de la cobertura vegetal sobre la regularización de la temperatura del aire en la ciudad de Querétaro. Definieron cuatro zonas climáticas locales en las cuales se midió el índice de área foliar y temperatura del aire y analizaron datos climáticos de seis estaciones meteorológicas. Pudieron concluir que una mayor cobertura vegetal en zonas urbanas lograría reducir la intensidad del efecto de isla de calor urbano, regulando los extremos de temperatura especialmente durante la temporada cálida.

En Argentina, Kurbán et al. (2007) y Kurbán y Grasso (2017) cuantificaron y modelizaron los efectos térmicos del arbolado urbano en el microclima de la ciudad de San Juan. Concluyeron que todos los espacios verdes ejercen un efecto térmico en sus entornos, de intensidad y alcance significativos desde el punto de vista bioclimático. Por otra parte, Stocco et al. (2015) y Stocco et al. (2018) estudiaron la influencia de tres plazas sobre el microclima del entorno mediato en la localidad de Mendoza, y como conclusiones determinaron que existen varios factores que inciden en la disminución de las temperaturas. Entre ellas, se mencionan la relación entre área verde y la zona sellada y la distribución de la vegetación respecto del recorrido solar. En Mar del

## INFLUENCIA DEL ARBOLADO SOBRE LAS CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS ESTIVALES EN PLAZAS DE LA LOCALIDAD PUNTA ALTA (ARGENTINA)

Plata también hay antecedentes de estudios vinculados con la regulación térmica e infraestructura ecológica en el verano (MUJICA ET AL., 2019). A través de imágenes satelitales se identificó la isla de calor y la influencia de los espacios verdes en la mitigación de las temperaturas elevadas. En Bahía Blanca se analizó la influencia del arbolado viario en los elementos climáticos durante el verano, en distintos barrios de la ciudad. Demostraron la reducción de la temperatura debajo de la copa de los árboles en comparación con aquellos sectores sin vegetación. Además, establecieron que no todas las especies arbóreas influyen de la misma forma en las condiciones microclimáticas (DUVAL ET AL., 2020; DUVAL ET AL., 2022).

En la ciudad de Punta Alta, las investigaciones vinculadas con los espacios verdes se relacionan principalmente con la percepción de los habitantes sobre ellos (ÁVILA, 2016). Se destaca la importancia de su presencia en el entorno urbano para el confort y bienestar de la población. No existen publicaciones vinculadas con la influencia del arbolado urbano en los elementos climáticos de la localidad. Es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo analizar la influencia del arbolado de las plazas sobre las temperaturas estivales en la localidad de Punta Alta (Argentina). Esta investigación es una primera aproximación sobre el tema en la localidad y tiene como finalidad contribuir a la planificación y gestión del arbolado urbano en las plazas para que se convierta en un elemento clave en el camino hacia la sostenibilidad de la localidad.

### Área de estudio

La ciudad de Punta Alta es la cabecera del partido de Coronel de Marina Leonardo Rosales y se localiza a 38° 43' latitud sur y a 62° 06' longitud oeste, en el suroeste de la provincia de Buenos Aires (Figura 1). Comparte límites con el partido de Bahía Blanca al oeste y noroeste;

con el partido de Coronel Pringles al norte; al sur con el océano Atlántico y al sureste con el partido de Coronel Dorrego y el partido de Monte Hermoso. Se localiza a 27 km de la ciudad de Bahía Blanca, la cual es considerada un centro regional importante (DURÁN, 2016).

En cuanto al aspecto geomorfológico, la localidad se emplaza en una llanura sedimentaria, baja y escalonada, que desciende en altura hacia la costa, con una pendiente en sentido norte-sur, hasta las planicies de marea, dentro del ambiente litoral (DURÁN, 2016). Además, se encuentra en el área de influencia del estuario de Bahía Blanca lo que, sumado a su proximidad al mar, genera la presencia de suelos salinos con vegetación halófila y suelos arenosos en los sectores más cercanos a la llanura litoral (RAMOS, 2014).

El clima del área es templado de transición con una temperatura media anual de 16,2 °C y una precipitación anual de 436,8 mm, en el que se destacan las estaciones de otoño y primavera como las más húmedas, precisamente los meses de octubre y marzo, mientras que junio y mayo son los que han registrado menores precipitaciones (RAMOS, 2014). Los vientos predominantes son de los cuadrantes Norte y Noroeste. Por otro lado, Punta Alta se encuentra dentro de la provincia fitogeográfica Pampeana (CABRERA, 1976). La vegetación predominante es la estepa de gramíneas, combinada con estepas herbáceas psamófilas en ambientes más arenosos y con estepas arbustivas halófilas en ambientes salinos. Además, existen especies exóticas introducidas por la acción antropogénica, en establecimientos rurales, caminos y en la zona urbana (DURÁN, 2016).

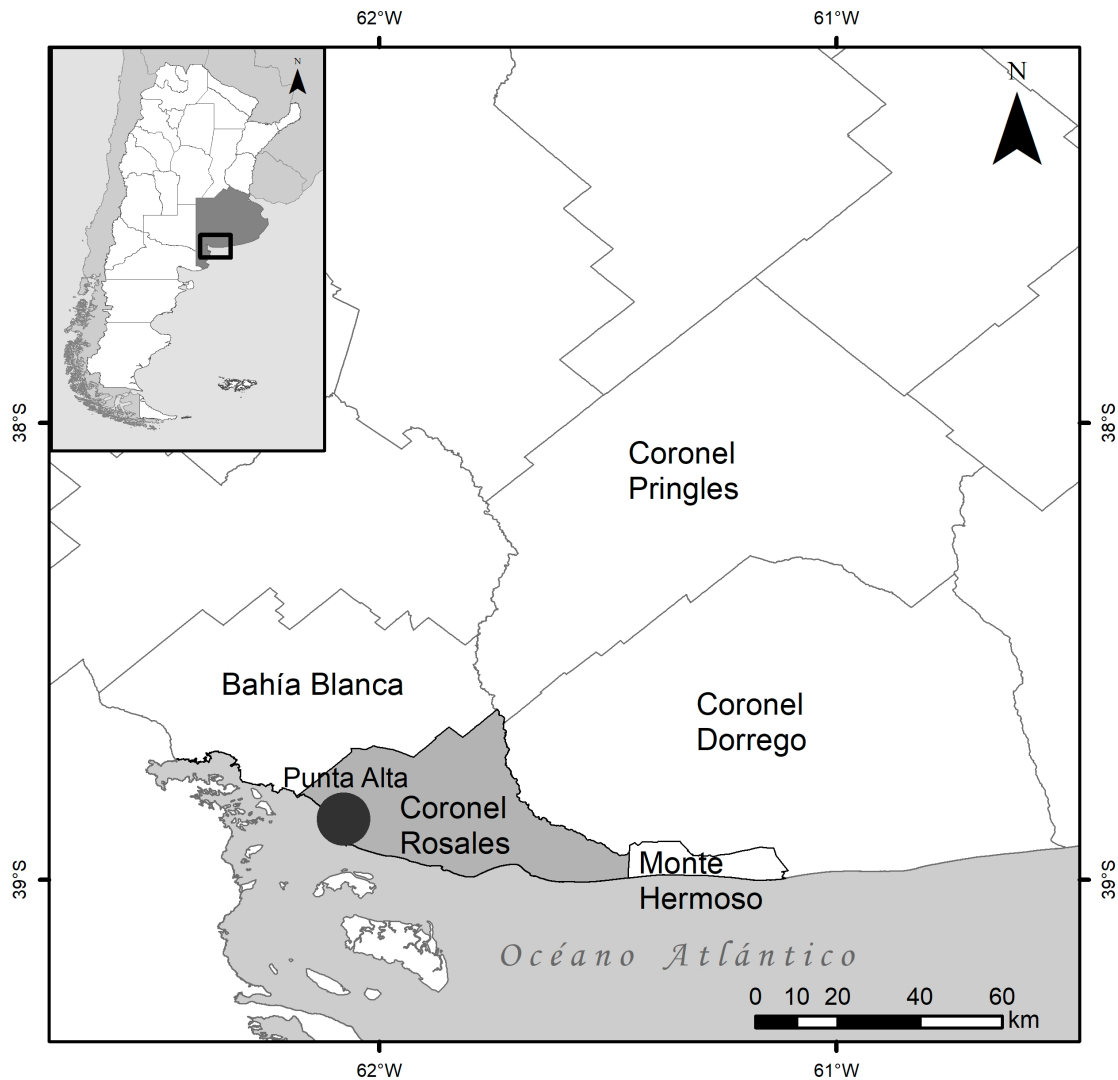


Figura 1. Localización de Punta Alta en el partido de Coronel Rosales. Fuente: elaboración propia sobre la base del Instituto Geográfico Nacional (2019), 2022.

## INFLUENCIA DEL ARBOLADO SOBRE LAS CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS ESTIVALES EN PLAZAS DE LA LOCALIDAD PUNTA ALTA (ARGENTINA)

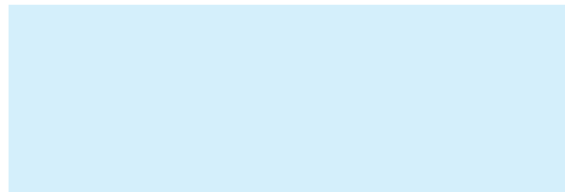
La ciudad tiene una forma triangular con orientación noroeste-sureste, extendiéndose de forma paralela a la línea de costa, las vías del ferrocarril y la Base Naval Puerto Belgrano y se caracteriza por presentar un amanzanamiento en cuadrícula (RAMOS, 2014). En general, la edificación es baja y varios de sus barrios forman parte de los planes de vivienda estatales, evidenciando cierta homogeneidad en las fachadas. En los últimos años, la ciudad ha ido expandiéndose hacia el norte y hacia el oeste, en dirección a Bahía Blanca. Según los datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas de 2010, Punta Alta cuenta con una población de 58.315 habitantes (INDEC, 2010). La ciudad cuenta con veintidós barrios establecidos en el casco urbano, delimitados por la Ordenanza Municipal 2581/96 y con doce espacios verdes públicos, de los cuales dos de ellos son parques y diez son plazas. La mayoría de las plazas se encuentra en la zona norte y este de la ciudad, siendo los barrios de la zona oeste y sur los que menos espacios verdes presentan.

Para este estudio, se seleccionaron tres espacios verdes públicos, en diferentes barrios de la ciudad (Figura 2). La primera área seleccionada es la plaza Belgrano ubicada en el barrio Centro y tiene una superficie de 16.435 m<sup>2</sup>. Este espacio es el núcleo urbano fundacional que se fue consolidando a partir de la instalación del ferrocarril Sud en 1898. Las construcciones que fueron agrupándose frente a la estación ferroviaria eran tanto de uso residencial como comercial (CHALIER ET AL., 2010). Tiene una densidad edilicia media con una altura de no más de 10 m de altura. La segunda área es la plaza Moreno, ubicada en el barrio Ciudad Atlántida, que posee un área de 13.735 m<sup>2</sup>. Este es uno de los más antiguos de la localidad y surgió como lugar de residencia para los trabajadores del Puerto Rosales, construido a mediados del siglo XX. Se caracterizó por ser una zona residencial, constituida por viviendas de una sola planta, con

algunos comercios, ferreterías y talleres de reparación de automóviles (BRÓNDOLO & BAZÁN, 2001). Estos usos del suelo predominan aún en la actualidad. Esta plaza tiene una densidad edilicia baja con construcciones de menos de tres pisos (hasta nueve metros de altura).

La tercera área es la plaza de la Armada Argentina, en el barrio Götting. Tiene una superficie de 9.767 m<sup>2</sup>. Esta plaza tiene una densidad edilicia baja con construcciones de menos de tres pisos. Este barrio se estableció en la década de 1950 como producto de un loteo para su posterior urbanización. Su nombre se debe al propietario de estas tierras, Federico Gerardo Götting, oficial de la Armada (El archivo, 2014). Se trataba de una zona medanosa, llamada localmente como “zona baja” que tuvo que ser nivelada para poder ser loteada y vendida. A partir del año 1953, el Ministerio de Finanzas de la Nación otorgó una serie de créditos para la vivienda a través del denominado Plan Eva Perón, que favoreció la construcción de buena parte de las viviendas del barrio (BERTINAT & CHALIER, 2012).

En cuanto al diseño de las plazas, dos de ellas tienen una estructura similar (plaza Belgrano y Armada Argentina) a partir de un núcleo central donde se encuentra un monumento y de allí se definen caminos oblicuos hacia la periferia de las plazas. En el caso de la plaza Moreno, no existe un centro ya que esta área está dividida en dos sectores por la calle Sarmiento, y los caminos internos no están sellados.





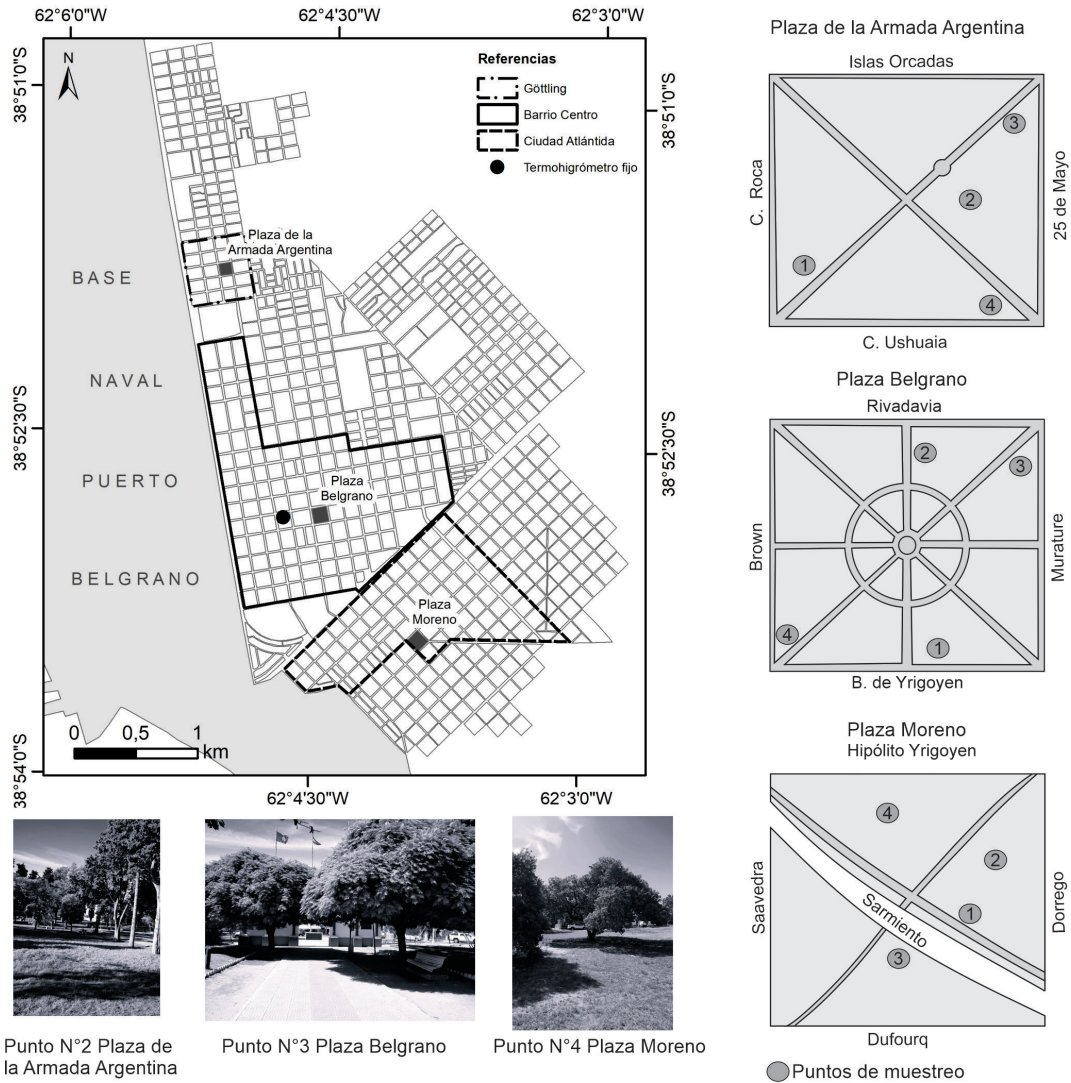


Figura 2. Plazas y puntos de muestreo seleccionados. Fuente: elaboración propia.



## METODOLOGÍA

Con el objetivo de identificar la cobertura vegetal de los barrios seleccionados y de las plazas antes mencionadas se utilizó el software en línea i-Tree Canopy v.6.1, de uso gratuito y desarrollado por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA Forest Service). Esta herramienta determina la superficie arbórea de un espacio seleccionado, utilizando imágenes de Google Earth Pro® sobre las cuales el usuario define el tipo de cobertura de cada punto aleatorio. Se identificó la presencia o ausencia de vegetación, tanto de la ciudad como de los tres barrios analizados, sobre la base de 700 puntos para el caso de los barrios y sobre una base de 400 puntos para el caso de las plazas. Las coberturas definidas fueron cuatro: árboles y arbustos (A), herbáceas (H), construcciones (C) y vías de comunicación (VC); y se agregó la del suelo. (S) Además, se realizó un relevamiento del arbolado en cada una de las plazas con la finalidad de conocer la cantidad de ejemplares arbóreos y las especies allí presentes. También se identificó la Zona Climática Local (ZCL) de cada uno de los barrios según la clasificación de Stewart & Oke (2012). Una ZCL es el resultado de un conjunto de elementos que caracterizan un espacio de la ciudad, basándose en las propiedades morfológicas, en la cobertura superficial, propiedades radiativas y metabólicas (Colli et al., 2020).

Se realizaron mediciones de temperatura del aire y de humedad relativa en las plazas seleccionadas en días con temperatura extremas de calor. Las mediciones se hicieron de forma simultánea, a la hora 15 durante ocho días de verano. Estos últimos corresponden a días típicos, con baja o nula nubosidad y con temperaturas superiores a 35 °C (Capelli de Steffens et al., 2005). A su vez, en cada plaza se establecieron cuatro puntos de muestreo (Figura 2) localizados debajo de distintos árboles, es decir en zonas de sombras, abiertas y sin pavimento.

El instrumental utilizado fue un termohigrómetro manual DAVM+ (Digital Air Flow/ Volume Meter), de marca Supco, y las mediciones fueron realizadas a una altura de 1,5 m del suelo. Este valor se fijó a la altura promedio de la copa de los árboles seleccionados. Por motivos de seguridad y costos, no se colocaron termohigrómetros fijos en las tres plazas. El horario seleccionado coincide con el registro de las mayores temperaturas diarias que se da en horas posteriores al mediodía solar. Este se define como el momento en el cual el sol se encuentra en el punto más alto de su trayectoria, que para Argentina es a las 13h (Servicio Meteorológico Nacional, 2019).

Por otra parte, también se registraron datos de temperatura del aire y la humedad de un termohigrómetro instalado, por cuestiones de seguridad, en el patio de una vivienda del centro de la ciudad, cuya distancia a la plaza Belgrano es de 100 metros (Figura 2). Es el único instrumental en la localidad que registraba datos de las condiciones meteorológicas de la ciudad durante el verano 2022/2023. El termohigrómetro digital datalogger mini USB, de la marca Lascar, obtuvo los datos cada 30 minutos y fue colocado en el interior de una caja de plástico blanca, perforada en sus caras (Byass et al., 2010), y dispuesto a una altura de 2 m. A partir de los datos obtenidos, se realizaron gráficos para observar los valores en cada sitio y establecer comparaciones entre las plazas.

Por último, se aplicó el Índice de Confort de la Vegetación (ICVA) de Jiménez González (2008) sobre los doce ejemplares arbóreos seleccionados en las plazas (puntos de muestreo). El objetivo fue analizar la influencia de algunos modelos en las condiciones microclimáticas de la ciudad. Mediante esta metodología, el autor incluye la variable vegetal, destacando el rol esencial que tiene en el amortiguamiento de las condiciones térmicas, especialmente, durante el verano. El ICVA (expresado

en °C) se calcula como la diferencia entre la temperatura efectiva debajo del árbol (TEB) y la temperatura de confort (Tc) exterior del lugar. Su fórmula es:

$$\text{ICVA} = \text{TEB} - T_c$$

Mediante esta fórmula se puede establecer cuantitativamente cuánto se aproxima o se aleja la temperatura efectiva debajo del árbol (TEB) de la temperatura de confort (Tc) exterior para el verano, en este caso de la ciudad de Punta Alta. El valor 0 del ICVA se entiende como un equilibrio térmico entre la TEB y la Tc, por lo que las condiciones de confort son óptimas para los habitantes. Los valores negativos del ICVA definen a los árboles como más confortables, debido a que la temperatura efectiva medida debajo de sus copas (TEB) es inferior a la temperatura de confort (Tc) de la población. En cambio, los árboles que poseen un valor positivo del ICVA son aquellos en los que la TEB supera la Tc. Por lo tanto, son árboles menos confortables que aquellos que tienen un valor negativo. Para conocer la TEB debe calcularse la siguiente fórmula:

$$\text{TEB: } TB - [(0,55 - 0,0055 \times HB) \times (TB - 14,5)]$$

Donde TB es la temperatura del aire debajo del árbol, HB es la humedad relativa debajo del árbol, °C, 0,55 y 0,0055 son constantes de ajuste matemático y 14,5 es un ajuste de temperatura. Los datos de temperatura (TB) y humedad relativa debajo del árbol (HB) se obtuvieron de las mediciones realizadas en los puntos de muestreo de cada plaza a partir del cual se obtuvo un valor medio para el cálculo de la TB y HB.

Por otro lado, para calcular la temperatura de confort (Tc) de la ciudad se aplicó el modelo adaptativo de Nicol & Humphreys (2002). Su fórmula es la siguiente:

$$T_c = 13,5 + 0,54 T_m$$

Donde Tm es la temperatura a bulbo seco en °C y 13,5 y 0,54 son constante de ajuste por regresión estadística. Para el cálculo de la Tm se consideraron los valores de este parámetro registrados a las 15.

## RESULTADOS

### Cobertura vegetal del área de estudio

La cobertura del suelo, la estructura del área y los usos del suelo son parámetros que Stewart & Oke (2012) tienen en cuenta para establecer la clasificación de Zonas Climáticas Locales, puesto que las consideran importantes al momento de comprender la dinámica de los elementos climáticos. Según la clasificación de estos autores (Stewart & Oke, 2012), el barrio Centro y Ciudad Atlántida pertenecen a la ZCL 3, compacto de baja altura. Este se caracteriza por presentar una edificación baja (de uno a tres pisos), tener una cobertura mayormente pavimentada y materiales de construcción predominantes como el hormigón y los ladrillos. Por otro lado, el barrio Göttling corresponde a la ZCL 3B con edificaciones compactas de baja altura.

La cobertura arbórea de la ciudad de Punta Alta, identificada a partir del software i-Tree Canopy, fue de 20 %. Por otra parte, la cobertura herbácea fue de 27,8 %, las construcciones de 40,2 % y las vías de comunicación 12 %. Al comparar la cobertura de los tres barrios seleccionados (Tabla 1), se observa que en todos predominan la cobertura de construcción o infraestructura gris, representando más del 50 % de la totalidad del área analizada. Los árboles y arbustos representan entre el 11,6% y 13,4 % de la cobertura y las herbáceas presentan mayor variabilidad, con valores de 11 % en el barrio Centro, 17,3 % en Ciudad Atlántida y 12,4 % en Göttling. Cabe destacar que, a pesar de obtener valores cercanos, el área que comprende a cada barrio es distinta. Mientras

## INFLUENCIA DEL ARBOLADO SOBRE LAS CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS ESTIVALES EN PLAZAS DE LA LOCALIDAD PUNTA ALTA (ARGENTINA)

que el barrio Centro cuenta con un área 2,2 km<sup>2</sup>, Ciudad Atlántida tiene un área de 1,4 km<sup>2</sup> y Götting una de 0,2 km<sup>2</sup>.

Al tener en cuenta la relación entre la superficie y el porcentaje de cobertura de árboles y arbustos, Götting es el barrio con mayor cobertura vegetal. Esta diferencia también puede comprobarse al observar las imágenes satelitales, en las que se reconoce una mayor presencia de árboles en el interior de las manzanas, mientras que en el Centro y en Ciudad Atlántida hay mayor presencia de construcciones en el interior de las propiedades.

Por otra parte, también se identificaron los porcentajes de cobertura de cada plaza (Figura 3). Los tipos de cobertura utilizados fueron los mismos que en el análisis realizado para cada barrio, a los que se agregó la cobertura suelo (S). Esto se debe a que, a esta escala de análisis de mayor detalle, es posible discriminar entre el suelo desnudo y el construido, aspecto que se dificulta al trabajar con escalas de menor detalle. Es necesario aclarar que la categoría construcciones (C) refiere a sue-

lo pavimentado, ya sea con cemento, baldosas o cualquier otro tipo de material impermeable.

Al observar los resultados para las tres plazas analizadas, se pueden reconocer diferencias significativas en relación con la predominancia de los tipos de coberturas en cada una de ellas. En la plaza Belgrano, las coberturas arbórea y construida son las que presentan los mayores porcentajes, con valores muy cercanos (31,6 % y 32,1 %, respectivamente). Mientras que en las plazas Moreno y Armada Argentina la cobertura que presenta mayor porcentaje es la de las herbáceas, seguida en ambos casos por la cobertura arbórea. En estas plazas, el porcentaje de cobertura construida es menor al 15 %.

Por otro lado, el tipo de cobertura correspondiente a suelo desnudo sólo está presente en las plazas Belgrano y Moreno, en sectores contiguos a las áreas donde el suelo ha sido impermeabilizado. La cobertura vías de comunicación fue reconocida solo en la plaza Moreno, debido a que esta se encuentra atravesada por una calle que divide la plaza en dos sectores.

**TABLA 1** Tipos de cobertura (%) de los barrios Centro, Ciudad Atlántida y Götting, Punta Alta

BARRIOS	PORCENTAJE DE COBERTURA			
	ÁRBOLES Y ARBUSTOS (A)	CONSTRUCCIONES (C)	HERBÁCEAS (H)	VÍAS DE COMUNICACIÓN (VC)
CENTRO	11,6	65,9	11,0	11,5
CIUDAD ATLÁNTIDA	12,1	57	17,3	13,6
GÖTTLING	13,4	57,6	12,4	16,6

Fuente: elaboración propia.

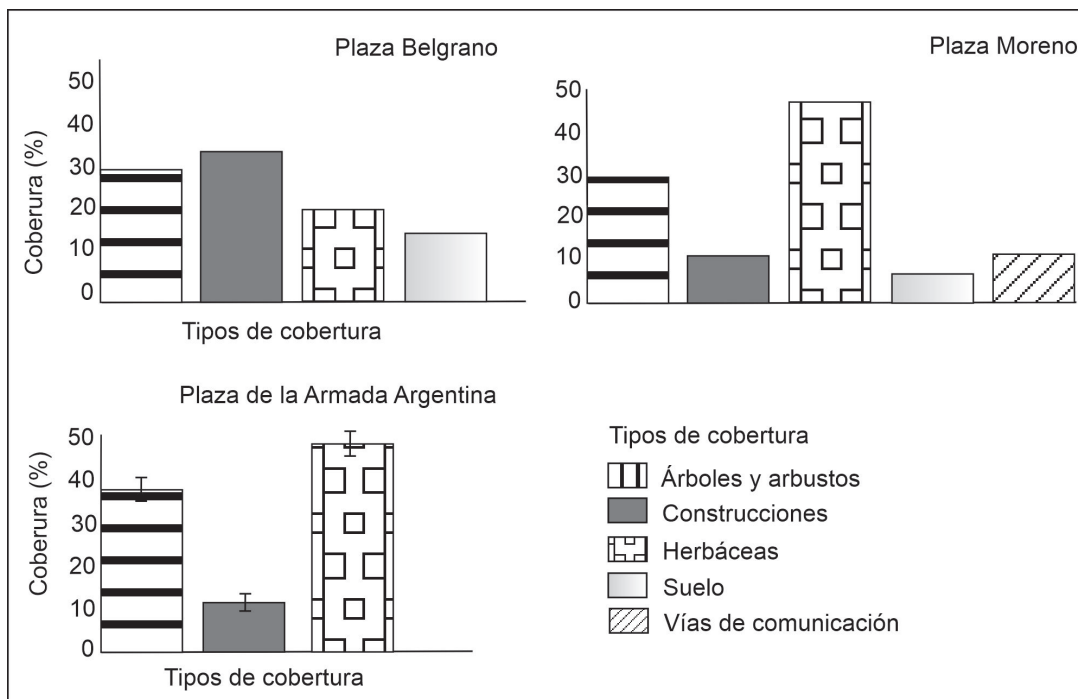


Figura 3. Tipos de cobertura (%) en las plazas de Punta Alta. Fuente: elaboración propia sobre la base de i-Tree Canopy, 2023.

### Caracterización del arbolado en las plazas

A partir de los datos obtenidos en el relevamiento realizado en cada una de las plazas se obtuvo la cantidad de ejemplares presentes en cada una de ellas, como así también las especies más representativas. En la plaza Belgrano, se contabilizó un total de 253 ejemplares, 94 de ellos son de alineación pertenecientes a 36 especies. Las principales por su frecuencia son fresno americano (*Fraxinus pennsylvanica*), roble sedoso (*Grevillea robusta*) y braquiquito (*Brachychiton populneus*), representando el 15,1 %, 12,6 % y el 11,3 % de la totalidad de especies relevadas.

En la plaza Moreno se relevaron 97 ejemplares arbóreos correspondientes a 10 especies diferentes. Los cipreses (*Cupressus sempervirens*), álamos negros (*Populus nigra*) y olmos (*Olmo sp.*) conformaron el 39,2 %, 20,6 % y 17,5 % respectivamente de la totalidad de los árboles identificados. Por su parte, en la plaza de la Armada Argentina se relevaron 116 ejemplares que corresponden a 10 especies. La mayoría de ellos es del mismo género, *Cupressus* (*Cupressus sempervirens*, *Cupressus macrocarpa var. lambertiana aurea* y *Cupressus sempervirens var. pyramidalis*), del cual sólo *Cupressus sempervirens* representa el 62,9 % de la totalidad. Le si-

guen, en frecuencia, los ligustros tanto comunes (*Ligustrum lucidum*) como variegados (*Ligustrum lucidum cv. 'Aureovariegatum'*), que suman el 20,9 % de los árboles contabilizados.

### Comportamiento microclimático en el centro de la localidad durante el verano

Durante el verano de 2023, según el termohigrómetro localizado en el centro de la ciudad, la temperatura media fue de 25,1 °C. La temperatura máxima fue de 48,5 °C registrada en dos días, a las 13 h y 15 h. La temperatura mínima fue de 8 °C a las 7 h. En relación con la humedad relativa, la media fue de 54,7 %, mientras que el valor máximo se registró el 19 de marzo a las 6, con un valor de 97,5 %. El valor mínimo absoluto fue de 13 % registrado el 16 de enero a las 13. En la Figura

4 se observa la temperatura media y la humedad relativa media horaria registrada por el datalogger fijo en el periodo analizado. Se observan valores de temperatura superiores a 30 °C en el horario entre las 10 y las 15, mientras que los valores más bajos, inferiores a 20 °C, se registraron entre la 1 y las 7. Los valores de humedad relativa superiores a 65 % se visualizan durante la madrugada, entre la 1 y las 8, mientras que los valores inferiores a 40 % se registraron entre las 11 y las 16, en coincidencia con las temperaturas más elevadas. La temperatura media registrada a las 15h, durante los ocho días de medición, según este termohigrómetro, fue de 39,6 °C. Estos valores no representan las temperaturas medias y máximas y la humedad relativa media de toda ciudad, sin embargo resultan ser datos de utilidad para la primera aproximación en el estudio de las condiciones meteorológicas de la localidad.

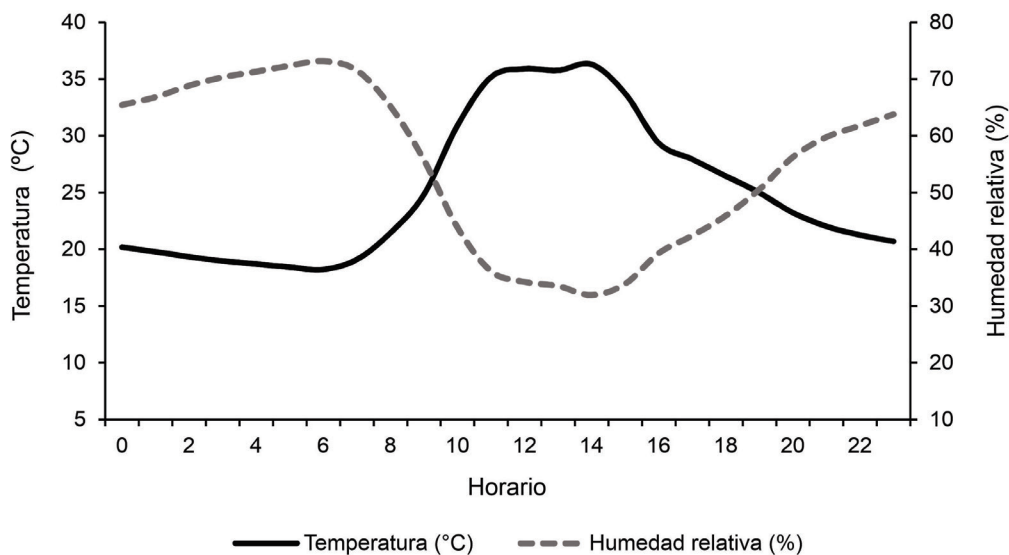


Figura 4. Temperatura media y humedad relativa horaria del verano 2023. Fuente: elaboración propia.

## Análisis de las condiciones microclimáticas en las plazas

En la plaza Belgrano, la temperatura media registrada a las 15h, en los cuatro puntos de muestreo durante los ocho días, fue de 37 °C. La temperatura máxima registrada de esas mediciones fue de 39,6 °C y la mínima de 32,8 °C, ambos en enero. La humedad relativa promedio fue de 28,2 %, observándose el valor máximo de 38,5 % el 28 de febrero. Por el contrario, la humedad relativa mínima fue de 16,9 %, el 29 de diciembre. En la plaza Moreno, ubicada en el barrio Ciudad Atlántida, la temperatura media registrada a la hora 15 en los cuatro sitios fue de 36,5 °C, mientras que la humedad relativa promedio fue de 27,2 %. Los valores máximos de temperatura observados se registraron el 22 de febrero, con 38,9 °C y la mínima fue de 32,6 °C, el 5 de enero. En relación con la humedad relativa, el valor máximo observado fue de 4,7 %, el 10 de febrero y la mínima absoluta fue de 16,6 %, a finales de diciembre. Por último, en la plaza de la Armada Argentina, la temperatura promedio fue de 36,9 °C. La temperatura máxima fue de 38,8 °C en los últimos días de febrero y la temperatura mínima fue de 33,8 °C, el 5 de enero. Por su parte, la humedad relativa media fue de 26,5 %, con un valor máximo de 38,7 % y un mínimo de 16,5 %.

Se compararon las mediciones de temperatura (Figura 5) y humedad relativa (Figura 5) en las tres plazas con los valores obtenidos del termohigrómetro fijo ubicado en el centro de la ciudad. Se reconoció que la temperatura registrada durante los ocho días fue menor en todas las plazas en comparación con los valores obtenidos en el termohigrómetro (39,6 °C). La mayor diferencia se observó entre la plaza Moreno y el termohigrómetro siendo de 3,1 °C mientras que la menor diferencia se registró en la plaza Belgrano con 2,6 °C. Estas diferencias son similares a las encontradas en otros trabajos (REIS Y LOPES, 2019; GRILLO ET AL., 2020; MOTAZEDIAN ET AL., 2020) en

los que se menciona que aun tratándose de áreas verdes reducidas logran generar un efecto de enfriamiento reduciendo la temperatura de 1 °C a 3 °C, respecto de su entorno. Por otro lado, la humedad relativa tuvo un comportamiento inverso, es decir, que fue mayor en todas las plazas que en el centro de Punta Alta.

De las tres plazas seleccionadas para este estudio, la plaza Belgrano se caracterizó por presentar los valores más elevados de temperatura. Esto se debe a que esta plaza posee mayor porcentaje de superficie sellada representado por los caminos internos de baldosa y el monumento del centro. Por el contrario, la plaza Moreno con menor porcentaje de cobertura arbórea que la plaza Belgrano, obtuvo las temperaturas más bajas. Esto puede ser debido al efecto del suelo verde y permeable. Según Soto Estrada (2019:19), los materiales de construcción “poseen una inercia térmica mucho mayor (pueden almacenar mayor cantidad de calor por más tiempo) que las superficies naturales cubiertas por vegetación, lo que conlleva a las diferencias de temperatura”.

Se observó que la relación entre cobertura vegetal y temperatura no es tan lineal, es decir, no se determinó en todos los casos que a mayor cobertura de vegetación menor era la temperatura del aire. La plaza Belgrano, aun teniendo un porcentaje elevado de cobertura vegetal (32 %) y mayor cantidad de árboles que las otras plazas, fue el área verde con menor efecto refrescante sobre el entorno. Con esta premisa se reafirma la necesidad de indagar sobre el resto de los factores, principalmente sobre los materiales (superficies pavimentadas, suelo desnudo, etc.), y también sobre otras características singulares del arbolado de las plazas como, por ejemplo, el área foliar, estado de la vegetación y el patrón de distribución de los árboles, como nombran Wang et al. (2018). La forma y el área de las plazas son similares y por lo tanto no justifican las diferencias encontradas en los efectos de mitigación de las temperaturas.

INFLUENCIA DEL ARBOLADO SOBRE LAS CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS ESTIVALES EN PLAZAS DE LA LOCALIDAD PUNTA ALTA (ARGENTINA)

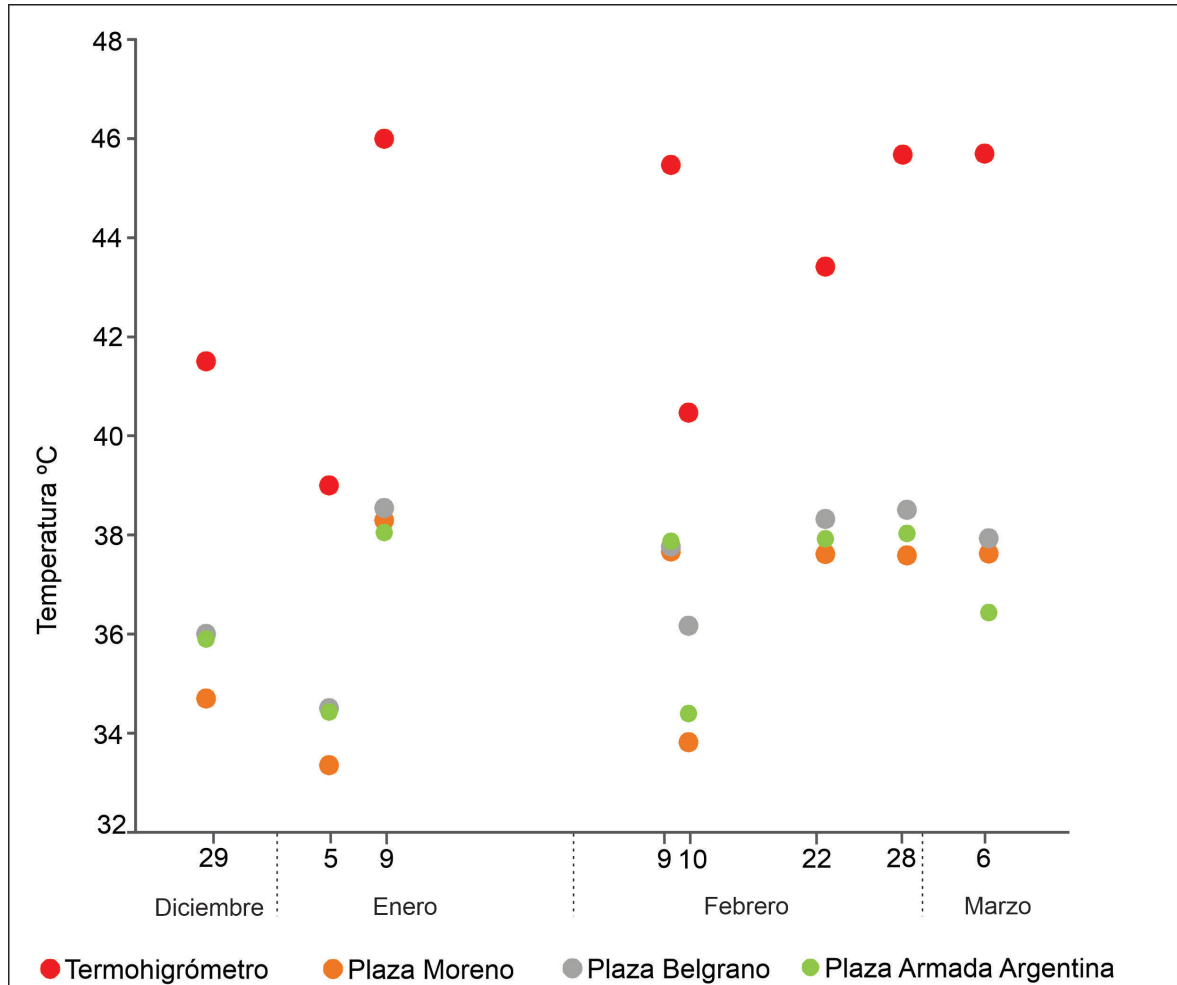


Figura 5. Comparación de las temperaturas en las plazas de Punta Alta con las del termohigrómetro. Fuente: elaboración propia.



Por otro lado, considerando los cuatro puntos de muestreo en el interior de cada plaza se notan algunas diferencias que a escala microclimática podrían ser significativas. Por ejemplo, en la plaza Moreno el punto 4 registró las temperaturas más elevadas. Esto se puede deber a que *Myoporum laetum* (siempreverde) presenta una copa con follaje denso y cerrado. Por lo tanto, la circulación de aire debajo de su copa es inferior al de otras especies. En el caso de la plaza Belgrano, los puntos 2 y 3 fueron los que presentaron temperaturas más elevadas en relación a los otros dos. Estas mediciones se registraron debajo de las especies *Parasenegalia visco* (viscote) y *Fraxinus pennsylvanica* (fresno americano). En el caso de la plaza Armada Argentina, en el punto 4 se observaron las temperaturas más elevadas debajo de un *Ligustrum lucidum* cv. 'Aureovariegatum' (ligustro variegado).

### Confort térmico producido por las especies arbóreas

De la aplicación de la fórmula de TEB (temperatura efectiva debajo del árbol), se visualizó que, en general, la diferencia de este valor entre las especies es mínima. Sin embargo fue *Melia azedarach* (paraíso) la especie que registró el valor máximo (28 °C). Por el contrario, *Cupressus sempervirens* (ciprés) fue el que obtuvo el valor mínimo (27.4 °C). Los valores del ICVA de todos los árboles muestran valores negativos, es decir que los ejemplares considerados en este análisis son muy confortables según Jiménez González (2008). El ICVA se obtiene de la diferencia entre la TEB y la Tc. El valor de esta última para Punta Alta, a las 15h y en el período considerado, fue de 30,9 °C. Los ICVA oscilan entre -2.9 y -3.5, siendo las especies más confortables las que más alejadas del 0 se encuentren. Por lo tanto, *Cupressus sempervirens* es la especie que tiene mayor incidencia en el confort térmico de la población. En la Tabla 2 se

muestran los valores de TB, HB, TEB e ICVA de las especies arbóreas de los puntos de muestreos.

No existen publicaciones a escala nacional a partir de las cuales se puedan establecer comparaciones con los resultados de este trabajo. En general, estos analizan los efectos del arbolado urbano sobre las condiciones microclimáticas de las ciudades, considerando las características de los árboles tales como la periodicidad de la hoja (especies caducas o perennes) y la magnitud, sin distinguirlos por especie. En este contexto, se destaca el estudio realizado por Li et al. (2021), cuyos resultados difieren a los de esta investigación. Ellos plantearon que los árboles de hoja caduca tienen un importante efecto refrescante y humectante durante el verano, en contraposición a los árboles perennifolios. Demuestran que las coníferas tienen una sombra de tamaño reducido, generando efectos microclimáticos más débiles que especies caducifolias de forma esférica, donde las proyecciones de la sombra son mayores. Cabe mencionar que este análisis fue realizado en la ciudad de Beijing (China) que posee un clima templado cálido semihúmedo continental influenciado por monzones.

Por otra parte, en este estudio *Cupressus sempervirens* fue la especie más confortable según el ICVA. Este árbol es perennifolio y los ejemplares que se encuentran en las plazas Moreno y Armada Argentina son de primera magnitud. Jiménez (2008) aplicó este índice en Barranquilla (Colombia) y llegó a la conclusión de que “en general los árboles de hojas permanentes o perennifolios son buenos reguladores de las condiciones climáticas” (JIMÉNEZ GONZÁLEZ, 2008:69). Este árbol se encuentra agrupado con otros dando lugar a un “bosquecillo” y proporcionando un sector de amplia sombra en la plaza. Esto genera que el efecto sobre las condiciones térmicas sea distinto a si se tratase de un árbol aislado.

**TABLA 2** Índice de Confort de la Vegetación Arbórea en las plazas seleccionadas

ESPECIES	PLAZA	PUNTO DE MUESTREO	TB (°C)	HB (%)	TEB	ICVA
<i>Cupressus sempervirens</i>	Armada Argentina	1	37.1	26.2	27.9	-3
<i>Cupressus sempervirens</i>	Armada Argentina	2	36.1	26.6	27.4	-3.5
<i>Cupressus sempervirens</i>	Armada Argentina	3	37	26.5	27.8	-3.1
<i>Ligustrum lucidum</i> cv. 'Aureovariegatum'	Armada Argentina	4	36.8	26.8	27.8	-3.1
<i>Schinus molle</i>	Belgrano	1	36.3	29.2	27.8	-3.1
<i>Parasenecalia visco</i>	Belgrano	2	36.8	27.4	27.9	-3
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Belgrano	3	36.4	28.8	27.8	-3.1
<i>Melia azedarach</i> fm. <i>umbunculifera</i>	Belgrano	4	37.1	27.4	28	-2.9
<i>Pinus halepensis</i>	Moreno	1	36.5	27.2	27.7	-3.2
<i>Ulmus pumila</i>	Moreno	2	36.3	27.4	27.6	-3.3
<i>Cupressus sempervirens</i>	Moreno	3	36.2	27.5	27.5	-3.4
<i>Myoporum laetum</i>	Moreno	4	36.9	26.9	27.9	-3

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

La cobertura vegetal en las plazas y barrios seleccionados tuvo variaciones. Según la regla de 3- 30- 300 de Kojinendijk (2016), en las ciudades debe existir al menos un 30 % de cobertura vegetal en cada barrio. En este caso, los tres barrios presentaron valores de cobertura arbórea inferiores al 15 %. En relación con la cobertura arbórea de cada plaza, la Armada Argentina obtuvo el valor más elevado de 38 % coincidente con el mayor porcentaje de cobertura en el barrio donde se encuentra (Göttling). En las plazas Belgrano y Moreno se identificó el 32 % y 28 % respectivamente de cobertura arbórea.

En relación con las variables meteorológicas observadas, se pudo reconocer una diferencia entre los valores de temperatura y humedad relativa obtenidos del termohigrómetro fijo con aquellos datos medidos en las plazas. La diferencia de temperatura del aire entre ambas áreas varió entre 4,5 °C y 9 °C. En cuanto a la humedad relativa, se registraron valores más elevados en las plazas con diferencias entre 4 % y 10 %. Esto se debe a la capacidad de evapotranspiración de las plantas que genera un incremento de la humedad del aire.

En cuanto a los datos de temperatura registrada en las distintas plazas, la Belgrano fue la que presentó los va-

lores más elevados, incluso debajo de la copa de los árboles. Por otra parte, el comportamiento térmico entre las plazas fue diferencial todos los días, siendo en determinadas jornadas algunas de ellas más cálidas y menos húmedas que otras. Esto puede deberse a las diferentes especies presentes en el arbolado de cada plaza, las cuales pueden contribuir o atenuar los efectos refrescantes de los espacios verdes en verano. También al patrón de distribución de los árboles dentro de las plazas (aislados o agrupados), el porte del árbol (magnitud y tamaño de la copa), la edad del ejemplar y la diferencia de los materiales presentes en cada plaza. Con respecto a esta última variable, la Moreno fue la que presentó un porcentaje de superficie construida (7,2 %) menor al de las otras plazas (Armada Argentina 12,2 % y Belgrano 32,1 %). Es por ello que los actuales resultados deben ser profundizados, incorporando otras variables para detallar con exactitud la causa de las diferencias térmicas y de la humedad entre los tres espacios verdes. Tal como lo mencionan Therán Nieto et al. (2019), el confort térmico depende de la morfología de las ciudades, de los parámetros microclimáticos y de la vegetación. Es por ello que este análisis es de base y se constituye como un estudio preliminar de la regulación térmica de los espacios verdes en la ciudad de Punta Alta. Se requiere una mayor profundización en las condiciones térmicas de la localidad con la incorporación de nuevos termohigrómetros distribuidos en la ciudad y con la recolección y medición de otras variables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ávila, M.** (2016). El arbolado urbano en Punta Alta. En D. Durán (Ed.), *Punta Alta y Coronel Rosales: geografías para construir el territorio desde la perspectiva local* (pp. 165-177). Centro de Estudios Geográficos “Florentino Ameghino”. <http://geoperspectivas.blogspot.com/2017/07/punta-alta-y-coronel-rosales-edicion-en.html>
- Bertinat, G. & Chalier, G. M.** (2012). Cuenta la gente: el tendido eléctrico en el Barrio Göttling de Punta Alta (Argentina). *Oralidades*, 6(11), 136-139. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/3095>
- Byass, P.; Twine, W.; Collinson, M.; Tollman, S. & Kjellstrom, T.** (2010). Assessing a population’s exposure to heat and humidity: an empirical approach. *Global Health Action*, 3, 1-5.
- Borelli, S.; Conigliaro, M. & Pineda, F.** (2018). Urban forests in the global context. *Unasylva*, 69(250), 3-10. [https://www.researchgate.net/publication/324331284\\_Urban\\_forests\\_in\\_the\\_global\\_context](https://www.researchgate.net/publication/324331284_Urban_forests_in_the_global_context)
- Bróndolo, M. & Bazán, S.** (2001). Geografía de Punta Alta y partido de Coronel Rosales. El espacio geográfico: potencialidades y restricciones. EdiUns.
- Cabrera, A.** (1976). Regiones fitogeográficas argentinas. En D. Parodi (Ed.), *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería* (pp. 42-50). Acme.
- Calaza Martínez, P.** (2019). Guía de la infraestructura verde municipal. Asociación Española de Parques y Jardines Públicos. [tinyurl.com/yhma4ua4](http://tinyurl.com/yhma4ua4)
- Capelli De Steffens, A. M.; Piccolo, M. C. & Campo, A.** (2005). Clima urbano de Bahía Blanca. *Dunken*.
- Chalier, G. M.; Menghini, R.; Tolcachier, F. S.; Ribas, D. I. & Pupio, M. A.** (2010). La Punta de la historia (Punta Alta y su historia). EdiUns.
- Cohen-Shacham, E.; Walters, G.; Janzen, C. y Maginnis, S.** (2016). Nature-based Solutions to address global societal challenges. UICN
- Colli, F.; Correa, E. N. & Martínez, C. F.** (2020). Aplicación del método WUDAPT en la ciudad de Mendoza-Argentina para definir Zonas Climáticas Locales. *Revista Urbano*, 42, 18-31. <https://doi.org/10.22320/07183607.2020.23.42.02>
- Colunga, M. L.; Cambrón-Sandoval, H.; Suzán-Azpiri, H.; Guevara-Escobar, A. & Luna-Soria, H.** (2017). The role of urban vegetation in temperature and heat island effects in Querétaro city, Mexico. *Atmósfera*, 28, 205-218. <https://doi.org/10.20937/ATM.2015.28.03.05>
- Cortés Rojas, S. E.** (2015). Condiciones de confort térmico en áreas de climas templados: las plazas del centro histórico de la Serena (Chile) (Tesis doctoral). Archivo Digital UPM. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.42922>.
- Durán, D.** (2016). Potencialidades y vulnerabilidades del territorio rosaleño. En D. Durán (Ed.), *Punta Alta y Coronel Rosales: geografías para construir el territorio desde la perspectiva local* (pp. 9-30). Centro de Estudios Geográficos “Florentino Ameghino”.
- Duval, V.; Benedetti, G. & Baudis, K.** (2020). El impacto del arbolado de alineación en el microclima urbano. Bahía Blanca, Argentina. *Investigaciones Geográficas*, 73, 171-188. <https://doi.org/10.14198/INGEO2020.DBB>

- Duval, V.; Benedetti, G. & Baudis, K.** (2022). Confort térmico producido por la vegetación arbórea en el macrocentro de Bahía Blanca (Argentina). *Ecología Austral*, 32(2), 502–515. <https://doi.org/10.25260/EA.22.32.2.0.1814>
- El archivo.** (2014). Barrio Götting. Su lucha por el servicio eléctrico. 14, 31. [https://issuu.com/archivohistorico/docs/revista\\_el\\_archivo\\_mayo\\_2014-web\\_780d7384c79194](https://issuu.com/archivohistorico/docs/revista_el_archivo_mayo_2014-web_780d7384c79194)
- Fares, S.; Elena Paoletti, E.; Calfapietra, C.; Mikkelsen, T.; Samson, R. & Le Thiec, D.** (2017). Carbon Sequestration by Urban Trees. In D. Pearlmutter, C. Calfapietra, R. Samson, L. O'Brien, S. Krajter Ostoić, G. Sanesi, R. Alonso del Amo (Ed.). *The Urban Forest. Cultivating Green Infrastructure for People and the Environment* (pp. 31–39). Springer.
- Grilo, F.; Pinho, P.; Aleixo, C.; Catita, C.; Silva, P.; Lopes, N.; Freitas, C.; Santos-Reis, M.; McPhearson, T. & Branquinho, C.** (2020). Using green to cool the grey: Modelling the cooling effect of green spaces with a high spatial resolution. *Science of the Total Environment*, 724, 138182.
- Heaviside, C.; Macintyre, H. & Vardoulakis, S.** (2017). The Urban Heat Island: Implications for Health in a Changing Environment. *Current Environmental Health Reports*, 4, 296-305. <https://doi.org/10.1007/s40572-017-0150-3>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INDEC.** (2010). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas (2010). Disponible en: <https://www.indec.gob.ar/>
- Jiménez González, O.** (2008). Índice de confort de la vegetación. *Revista Nodo*, 5(3), 49-70. <https://revistas.uan.edu.co/index.php/nodo/article/view/21>
- Konijnendijk, C.** (2016). The 3-30-300 Rule for Urban Forestry and Greener Cities. *Biophilic Cities Journal*, 4(2), 1-2.
- Kurbán, A.; Papparelli, A.; Cúnsulo, M.; Montilla, E. & Ríos, E.** (2007). Espacios verdes y temperatura urbana en ecosistemas áridos. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 11, 9-15. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/93425>
- Kurbán, A. & Grasso, M.** (2017). Confort térmico en espacios verdes urbanos de ambientes áridos. *Revista Hábitat Sustentable*, 7(1), 32-43. <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RHS/article/view/2476/2308>
- Li, Y.; Fan, S.; Li, K.; Zhang, Y. & Dong, L.** (2021). Microclimate in an urban park and its influencing factors: A case study of Tiantan Park in Beijing, China. *Urban Ecosystems*, 24, 767-778. <https://doi.org/10.1007/s11252-020-01073-4>
- Lima Alves, E. & Lopes, A.** (2017). The Urban Heat Island Effect and the Role of Vegetation to Address the Negative Impacts of Local Climate Changes in a Small Brazilian City. *Atmosphere*, 8, 1-14. <https://doi.org/10.3390/atmos8020018>
- Moreno, R.; Zamora, R.; Moreno-García, N. y Galán, C.** (2023). Effects of composition and structure variables of urban trees in the reduction of heat islands; case study, Temuco city, Chile. *Building and Environment*, 245, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110859>
- Motazedian, A.; Coutts, A. & Tapper, N.** (2020). The microclimatic interaction of a small urban park in central Mel-

- bourne with its surrounding urban environment during heat events. *Urban Forestry & Urban Greening*, 52, 126688. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126688>
- Mujica, C.; Karis, C. M. & Ferraro, R.** (2019). Paisaje urbano, infraestructura ecológica y regulación de la temperatura El caso de la ciudad de Mar del Plata, Argentina. *Estudios del Hábitat*, 17(1), e062.
- Nicol, J. F & Humphreys, M. A.** (2002). Adaptive Thermal Comfort and Sustainable Thermal Standards for Buildings. *Energy and Buildings*, 34(6), 563-572. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00006-3](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00006-3)
- Nieuwenhuijsen, M.** (2021). Green Infrastructure and Health. *Annual Review of Public Health*, 42:317–28. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-090419-102511>
- Nowak, D. J. & Dwyer, J. F.** (2007). Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. En J. Kuser (Ed.). *Urban and community forestry in the northeast* (pp. 25-46). Springer.
- Nuruzzaman, M.** (2015). Urban Heat Island: Causes, Effects and Mitigation Measures - A Review. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*, 3(2), 67-73. [10.11648/j.ijema.20150302.15](https://doi.org/10.11648/j.ijema.20150302.15)
- Oke, T.; Mills, G.; Christen, A. & Voogt, J. A.** (2017). *Urban Climates*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781139016476>.
- Ramos, M. B.** (2014). *Biometeorología humana en la ciudad de Punta Alta* (Tesis doctoral). Repositorio Digital Institucional de la Universidad Nacional del Sur (RID-UNS). <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/2355>
- Reis, C. & Lopes, A.** (2019). Evaluating the cooling potential of urban green spaces to tackle urban climate change in Lisbon. *Sustainability*, 11(9), 2480. <https://doi.org/10.3390/su11092480>.
- Rigolon, A.; Browning, M.H.E.M.; McAnirlin, O.; Yoon, H.** (2021). Green Space and Health Equity: A Systematic Review on the Potential of Green Space to Reduce Health Disparities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 2563. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052563>
- Salbitano, F.; Borelli, S.; Conigliaro, M. & Chen, Y.** (2016). Directrices para la silvicultura urbana y periurbana. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/6a12f562-589e-4cdb-aa28-d3c9c969ef8c/>
- Servicio Meteorológico Nacional** (2019). Comentarios adicionales sobre radiación solar UV y protección.
- Shao, H. & Kim, G. A.** (2022). Comprehensive Review of Different Types of Green Infrastructure to Mitigate Urban Heat Islands: Progress, Functions, and Benefits. *Land*, 11(10), 1792. <https://doi.org/10.3390/land11101792>
- Soto Estrada, C.** (2019). Medidas de adaptación/mitigación ante islas de calor en el Valle de Aburrá. Repositorio de la Universidad EIA. <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/2334>
- Stewart, I. D. y Oke, T. R.** (2012). Local climate zones for urban temperature studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(12):1879-1900. [10.1175/BAMS-D-11-00019.1](https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1)
- Stocco, S.; Cantón, A. & Correa, E.** (2015). Design of urban green square in dry areas: Thermal performance and comfort. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14, 323-335. <https://doi.org/10.22320/07183607.2018.21.37.08>

- Stocco, S.; Cantón, A. & Correa, E.** (2018). Incidencia de las plazas urbanas sobre el comportamiento térmico del entorno en alta densidad edilicia. El caso de la ciudad de Mendoza, Argentina, *Revista Urbano*, 37, 94-103. <https://doi.org/10.22320/07183607.2018.21.37.08>
- Therán Nieto, K.; Rodríguez Potes, L.; Mouthon Celedon, S. & Manjarres De León, J.** (2019). Microclima y confort térmico. *Módulo Arquitectura*, 23(1), 49-88. <https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.23.1.2019.04>
- Wang, X.; Cheng, H.; Xi, J.; Yang, G. & Zhao, Y.** (2018). Relationship between Park Composition, Vegetation Characteristics and Cool Island Effect. *Sustainability*, 10(3), 587. <https://doi.org/10.3390/su10030587>
- Xioa, J. & Yuizono, T.** (2022). Climate-adaptive landscape design: Microclimate and thermal comfort regulation of station square in the Hokuriku Region, Japan. *Building and Environment*, 212, 108813. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.108813>