

ARBOLADO URBANO PARA OPTIMIZAR EL CONFORT TÉRMICO EN ZONAS CÁLIDAS DE LA AMAZONÍA PERUANA

URBAN TREES TO OPTIMIZE THERMAL COMFORT IN WARM AREAS OF THE PERUVIAN AMAZON

PRESENTADO : 09.11.25

ACEPTADO : 25.04.26

DOI: [10.47796/ra.2026i29.1437](https://doi.org/10.47796/ra.2026i29.1437)

JHUNIOR ANTONY YDROGO AREVALO¹
Universidad Peruana Unión. Tarapoto, Perú
ORCID: [0009-0003-7808-0776](https://orcid.org/0009-0003-7808-0776)
jhuniorydrogo@upeu.edu.pe

ISAAC MACEDO PINEDO UNIVERSIDAD²
Peruana Unión. Tarapoto, Perú
ORCID: [0000-0002-4146-2442](https://orcid.org/0000-0002-4146-2442)
isaacmacedo@upeu.edu.pe

NURIA SIERRALTA ESCUDERO³
Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú
ORCID: [0000-0001-8895-1764](https://orcid.org/0000-0001-8895-1764)
nuria.sierralta@upeu.edu.pe

RESUMEN

La investigación determinó la relación entre el arbolado urbano con el confort térmico en la zona cálida de Miguel Irizar Campos, Yurimaguas. Se analizaron datos ambientales mediante mediciones directas, georreferenciación y análisis de correlación. Los resultados evidenciaron una relación significativa entre las variables arbolado urbano y confort térmico, así como relaciones positivas y directas entre las dimensiones que estas presiden: la *temperatura* y la *radiación* ($r=0.64$), la *radiación* y el *promedio de cobertura* ($r=0.56$). También se encontraron correlaciones negativas inversas entre la *altura* y la *cobertura* ($r=-0.8$), la *humedad* y la *radiación* ($r=-0.52$), y la *humedad* y la *temperatura* ($r=-0.5$), evidenciando que cuando una variable se incrementa la otra decae. Estos hallazgos resaltan que el arbolado urbano contribuye significativamente a la regulación del confort térmico en zonas cálidas.

Palabras clave: arbolado urbano, confort térmico, permeabilidad de especies.

¹ Bachiller en Arquitectura por la Universidad Peruana Unión, Tarapoto, Perú. Destacando en diseño y elaboración de expedientes técnicos de vivienda y espacios públicos, y diseño de interiores.

² Bachiller en Arquitectura por la Universidad Peruana Unión, Tarapoto, Perú. Destacando en diseño de proyectos arquitectónicos y supervisión de obras.

³ Arquitecta de la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Maestría en Ecología y Gestión Ambiental en la Universidad Ricardo Palma, docente Universitario en la Universidad Peruana Unión, 11 años de experiencia profesional en diseño y construcción.

ABSTRACT

This research determined the relationship between urban trees and thermal comfort in the warm zone of Miguel Irizar Campos, Yurimaguas. Environmental data were analyzed using direct measurements, georeferencing, and correlation analysis. The results showed a significant relationship between urban trees and thermal comfort, as well as positive and direct relationships between the dimensions they influence: temperature and radiation ($r=0.64$), and radiation and average canopy cover ($r=0.56$). Inverse negative correlations were also found between tree height and canopy cover ($r=-0.8$), humidity and radiation ($r=-0.52$), and humidity and temperature ($r=-0.5$), demonstrating that when one variable increases, the other decreases. These findings highlight that urban trees contribute significantly to regulating thermal comfort in warm zones.

Keywords: urban trees, thermal comfort, species permeability

INTRODUCCIÓN

50

Las ciudades son consideradas paisajes culturales que, a lo largo de los últimos siglos, han sufrido transformaciones en sus formas de asentamiento, ordenamiento territorial y planeamiento social; y en donde la salud pública poblacional se hace primordial y necesaria para conseguir un equilibrio urbano. En este contexto, el arbolado urbano brinda servicios ecosistémicos primordiales para el crecimiento sostenible de las ciudades. Sin embargo, el tema urbano en nuestro continente es limitado (Gonzales, 2024).

Entre los principales beneficios que brinda el arbolado urbano a la sociedad, destaca el mejoramiento de la calidad del aire, ya que brinda oxígeno y captura cantidades importantes de dióxido de carbono (Maradiaga, 2024). Del mismo modo, la cobertura arbórea ayuda a disminuir el incremento de temperatura, fortalecer las condiciones del paisaje y ofrecer espacios para la recreación de la población (Portilla et.al, 2025). Sin embargo, actualmente, en el territorio peruano, el grado de las variables climatológicas ambientales se va incrementando, generando así un desequilibrio en la calidad vida de los usuarios y el medio ambiente, especialmente, en la selva de nuestro país, donde sus efectos son más notorios.

Con el cielo despejado, brillo solar durante el día, sin nubosidad, con tendencia al ascenso de temperatura y la radiación solar extremadamente alta, la selva nororiental del Perú oscila entre un clima cálido incitando a un desequilibrio en el ecosistema (SENAMHI, 2024).

Yurimaguas, capital de la provincia de Alto Amazonas, se caracteriza por tener altas temperaturas, especialmente en su zona céntrica. Esta situación se evidencia en zonas suburbanas, como el sector Miguel Irizar Campos, donde las condiciones climáticas pueden afectar el bienestar de la población. En este contexto, cobra especial relevancia el concepto de confort térmico, el cual se describe como la fase en la que un individuo se siente satisfecho con las condiciones climatológicas de su entorno, pues le permiten desempeñar de manera óptima sus actividades diarias. Por ello, toda alteración climatológica que afecta a la sociedad requiere de atención inmediata.

El crecimiento urbano desordenado que presenta Yurimaguas ha generado la presencia de espacios con riesgos y peligros climatológicos, debido a la actividad humana y a la infraestructura construida, siendo esto dañino para la salud pública de los pobladores, y afectando así los niveles de catastro. En los últimos años, áreas como el centro de Yurimaguas han visto un incremento en la construcción de edificios comerciales sin la adecuada planificación de espacios verdes, lo que ha llevado a un aumento significativo en las temperaturas locales.

A diferencia de ciudades como Lima, que enfrenta un déficit significativo de áreas verdes; Yurimaguas presenta un entorno tropical que, si bien cuenta con vegetación natural, está amenazado por el crecimiento urbano desordenado. Esto genera desafíos únicos en términos de confort térmico y calidad de vida.

En conclusión, estudios previos han informado sobre la importancia de los árboles y la vegetación urbana para mitigar la isla de calor urbana, fenómeno que se caracteriza por el incremento de la temperatura en los entornos urbanos respecto a la periferia rural, debido a la actividad humana y la infraestructura construida. Este crecimiento descontrolado no solo afecta el confort térmico, sino que a su vez incrementa la vulnerabilidad ante inundaciones, ya que la impermeabilización del suelo limita la absorción de agua.

Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo analizar la relación entre el arbolado urbano y el confort térmico de la zona Miguel Irizar Campos, Yurimaguas, Perú; asimismo, busca determinar el efecto del arbolado urbano, el viento, la temperatura, la humedad y la radiación en la zona cálida mencionada anteriormente.

MARCO TEÓRICO

Antecedentes teóricos

A nivel global, los espacios equilibrados favorecen las condiciones de vida poblacional; sin embargo, cuando algunos de los componentes ambientales

son alterados generan inestabilidad en el sistema, lo que produce afectaciones ya sea a corta, mediana o larga escala, frecuencia y magnitud, en cada indicador de la salud pública. Un factor relevante y preocupante es el incremento de la temperatura a rápida extensión. El clima en zonas urbanas es el resultado del funcionamiento de variables meteorológicas y climatológicas, como la temperatura, la humedad, la radiación solar, entre otras. Las ciudades se complementan con bloques de variaciones ambientales, asimismo existen edificaciones en las que sus materiales se ven modificadas por factores como la radiación solar; en ese sentido, la cobertura vegetal brinda una defensa por medio de diferentes estratos de vegetación, conocidos como el arbolado. En la ciudad, la presencia del arbolado urbano favorece la evapotranspiración, y contribuye a la regulación de la temperatura del ambiente (Priego, 2002).

Carrillo (2025) señala en su investigación que los países de América latina son detonantes en diversidad biológica, y el Perú no es ajeno a ello, pues existe variación en sus climas a nivel nacional, generando un incremento de la temperatura y, con ello, la presencia del confort térmico. En este contexto, es muy importante el equilibrio en los espacios urbanos, y la presencia de arbolado influye para la ventilación de estos.

De igual forma, Napoli (2022), en su investigación, indaga sobre las condiciones climatológicas y meteorológicas de la ciudad de Lima en Perú. El estudio concluyó que el ordenamiento territorial en zonas urbanas influye en la calidad de espacios y la calidad de vida pública.

La selva del Perú se caracteriza por presentar incrementos de temperatura, y más aún en zonas urbanas, que impactan directamente en el índice, nivel o grado del confort térmico. Esto ocasiona golpes de calor, estrés y afectaciones a la salud de las personas, lo que atenta contra el bienestar humano. En este escenario, el arbolado urbano es muy relevante para el microclima de las ciudades; debido a que, las zonas verdes tienen la suficiente capacidad de captar energía solar a través de la evapotranspiración y, como resultado, se evidencia un espacio fresco, húmedo y equilibrado (Jiménez, 2002).

A partir de recientes investigaciones, se evidenció que, en la región de San Martín, el arbolado urbano muestra un efecto positivo en la formación de microclimas; lo mismo ocurre en Loreto, donde los efectos positivos del arbolado respecto al confort término son claros, pues se percibe una variación y regulación de factores climáticos como la temperatura, humedad, radiación, entre otros (Sierralta, 2021).

Existe un vacío de conocimiento sobre urbanización en la ciudad de Yurimaguas, esto refleja una gestión desordenada e influye en el incremento de

la temperatura, la presencia de zonas de riesgo ambiental y, también, disminuye la probabilidad de crear un casco urbano equilibrado (Butrabi y Rojas, 2022). El clima que evidencia y caracteriza al distrito de Yurimaguas es extremadamente cálido; sin embargo, en temporadas bajas, es tropical. La situación climática de la zona de estudio genera impactos negativos en distintas dimensiones: social, de salud, económica y ambiental; por este motivo, la población estudiada se ve en la necesidad de buscar espacios con mejor circulación de aire, que a su vez mantengan fresca y reduzcan la alta humedad.

Yurimaguas tiene olas de calor y sequías en las zonas urbanas que se incrementan a doquier y con facilidad. Esta situación suscitó el interés por estudiar el tema del arbolado urbano y su relación con el confort térmico (Arboit y Betman, 2014), estado que influye de forma directa e inmediata en la salud pública de las personas. Por otro lado, la presencia de arbolado urbano en espacios con climas cálidos favorece a la dirección del viento y, por ende, genera una ventilación a favor del ecosistema existente en la zona; por ello, es trascendental dar importancia a esta realidad.

Perspectivas teóricas

Arbolado urbano: conjunto y agrupación de árboles existentes en el ecosistema terrestre o acuático. Villarreal (2022) lo define como la población de árboles existente en ciudades, regiones, consideradas zonas urbanas, que, a su vez, son relevantes en las medidas de prevención, adaptación y regulación del cambio climático y sus variables. Cifuentes (2024), por su parte, al evaluar el ordenamiento espacial del arbolado público del país vecino de Argentina, se refiere al arbolado urbano como uno de los factores esenciales en el favorecimiento de los espacios públicos de calidad. Asimismo, lo considera un factor de agrado en la valoración de estos espacios por parte de los habitantes, en cuanto el valor cultural y ambiental asociado a estas zonas, gracias a su alta percepción en calidad paisajística que evidencia en los diversos estudios sobre la calidad del paisaje.

Confort térmico: sensación de satisfacción que experimentan las personas en las infraestructuras actuales con espacios térmicos. Asimismo, constituye una valoración de la climatología en espacios extremadamente cálidos, en la que se consideran tanto la tipología arquitectónica como el paisajismo sostenible. Por ello, Campos et al. (2022) mencionan que la importancia del confort térmico en los espacios urbanos es conocida desde hace tiempo atrás, no obstante, todavía presenta un limitado desarrollo en la urbanización.

Viento: movimiento de masas de aire en dirección horizontal, que puede alcanzar velocidades máximas de hasta 50 m/s. Cuando dicho desplazamiento

ocurre en sentido vertical, es denominado corriente ascendente o descendente, según el tipo de movimiento que se genera desde o hacia la superficie. Céspedes (2024) y Cervilla (2023) señalan que el viento se genera por la variación de las presiones, desplazándose desde zonas de alta presión a baja presión, y esto se origina por las diferencias de temperatura. Es importante indicar que el término “dirección del viento” enfoca al punto cardinal proveniente; los principales son el norte (N), sur (S), este (E) y oeste (W). Se estima desde 16 a 32 puntos cardinales en un determinado territorio.

Temperatura: es una propiedad de la termodinámica que determina el equilibrio térmico para la derivación de la medición del nivel de grado ya sea caliente o frío relativamente sobre un determinado elemento. Mendoza (2021), en su investigación, señala que esta variable permite registrar valores mínimos y máximos, a partir de los cuales se generan descripciones climatológicas tales como amplitudes térmicas, valores extremos, temperaturas medias, estacionales, diarias, mensuales y anuales.

Humedad: cantidad de vapor de agua existente en el ambiente, identificado por la temperatura del aire, la presión atmosférica y la existencia de cuerpos de agua. Se determina de dos maneras: humedad absoluta y humedad relativa. Para la medición de esta variable se necesita un instrumento denominado higrómetro o termohigrómetro, el cual mide el nivel de humedad del aire y otros gases (Chavez, 2022).

Radiación: la medición de la radiación solar se realiza con el propósito de mantener una correcta planificación e implementación de diseños solares: fotovoltaico y solar térmico. Así mismo, la medición ambiental incluye la adquisición de instrumentos, tales como celdas fotovoltaicas, piranómetros o termohigrómetros (Verche, 2018).

METODOLOGÍA

En estudios previos, se destacó que la inestabilidad de las variables climáticas afecta tanto a la población como al ecosistema global. La investigación fue cuantitativa, pues se recolectó información numérica a través de modelos estadísticos. El diseño fue no experimental, pues se observaron las variables sin ningún tipo de intervención. Asimismo, fue transversal correlacional, ya que la recolección de datos se realizó en un momento único, con el propósito de identificar correlaciones o relaciones causales entre variables en uno o más grupos de estudio.

El estudio se desarrolló en cuatro etapas: diagnóstico situacional; formulación y elaboración de la investigación; monitoreo ambiental, georreferenciación y análisis espacial; y análisis estadístico de los registros e

interpretación. Se seleccionó el distrito de Yurimaguas, específicamente el sector Miguel Irizar Campos, tal cual se evidencia en la Figura 1.

El lugar de estudio presentó niveles extremadamente altos de radiación UV durante el mes de septiembre, que coincide con el incremento de la sequía y temperaturas más altas del año.

La muestra fue seleccionada según el juicio de los investigadores y se identificaron seis casos de estudio con mayor arbolado urbano. Estos casos se eligieron para observar variables relevantes como humedad, temperatura, velocidad del viento y la radiación UV; se utilizó un modelo estadístico de análisis de correlación (ADC) en el código RStudio, ya que se evidenció la relación entre dos variables numéricas que analizan tendencias en aumento o disminución en los datos.

Para el estudio de cubiertas vegetales y de la radiación interceptada se utilizó el programa WinSCANOPY, el cual permitió realizar la cuantificación de áreas de color, los análisis morfológicos, la evaluación del crecimiento de los árboles, el establecimiento del área foliar, y el análisis por color y estructura. Se realizó el análisis del índice de vegetación (NDVI), a partir de imágenes satelitales tomadas con un dron y una cámara profesional con un lente de ojo de pez con un ángulo de visión más estrecho para proyectar la información en mapas de temperatura y de vegetación existente.

En la figura 2 se evidencian los cálculos ambientales que se desarrollaron con dos equipos sofisticados in situ: termohigrómetro y el anemómetro. Cada equipo está provisto para medir temperaturas de -40.0 a 90°C, humedad relativa con rango de 8 a 100 %, y velocidad del aire de 0 a 7000 ft/min, de 0.2 a 130 m/s, de 1.5 a 12 km/h, de 1.0 a 75.0 mph y de 1.0 a 70 nudos con una precisión del ± 1 % de velocidad con una distancia de transmisión de 120 m y frecuencia de transmisión de 450 MHz y, finalmente, una dirección del viento de 0 a 400 grados.

Caso de estudio

Para la elección de los seis casos se abarcó el emplazamiento de la especie, cercanía a vías automovilísticas, permeabilidad de especie, morfología y ancho del canal de vía. Para el monitoreo en cada punto se midieron, tal como se muestra en la Figura 2, los siguientes indicadores: humedad, temperatura, velocidad y dirección del viento, radiación UV y solar. Los cuales a su vez articularon variables diferentes: variables urbanas (densidad, coordenadas UTM, ancho del canal vial, permeabilidad de especies, plenitud y edad) y las variables edilicias (morfologías, altura y radio de cobertura).

Figura 1

Mapa de ubicación y localización de la zona de estudio

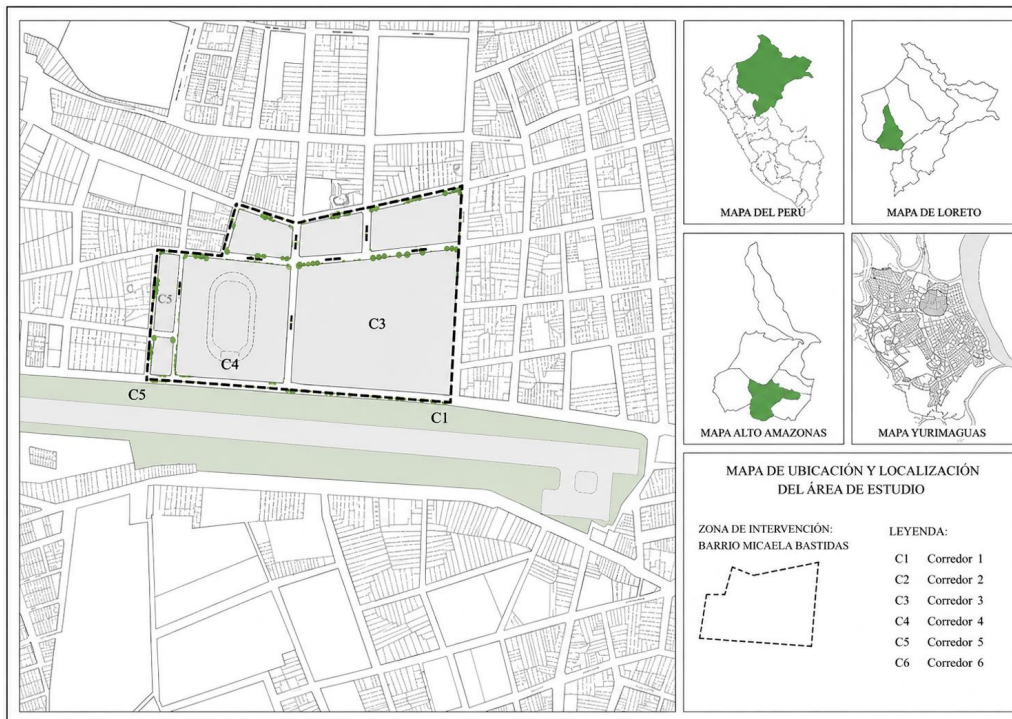


Figura 2

Descripción de los Casos de estudio

56

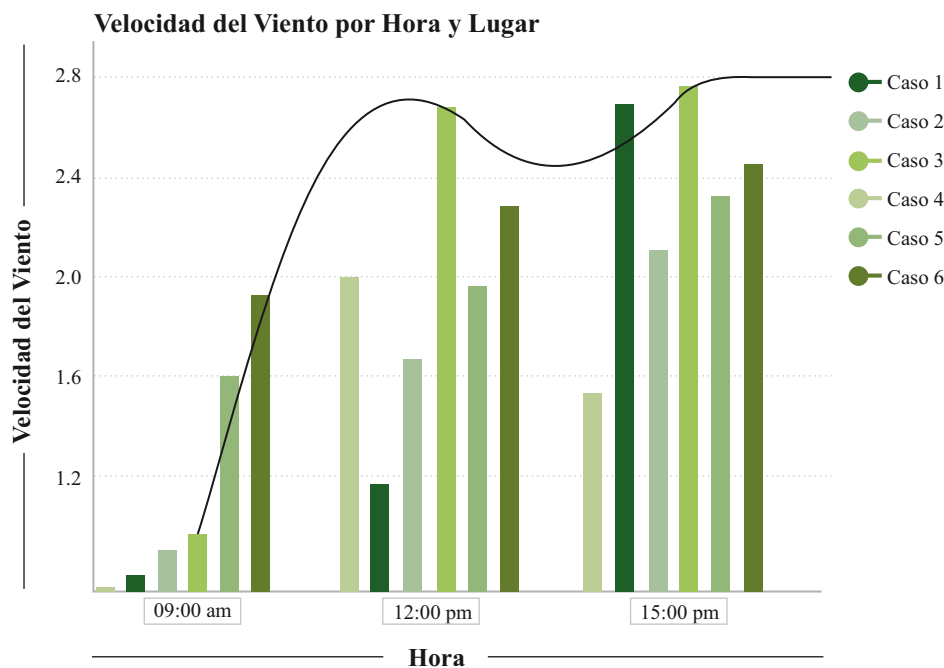
CASOS		VARIABLES URBANAS				VARIABLES EDILICIAS			
N°	Avenida		Ancho del canal vial (m)	Arbolado Urbano			Morfología	Altura(m)	Radio de cobertura (m)
	Densidad	Coordenadas UTM		Permeabilidad de especies	Plenitud	Edad			
1	Alta	E:376799 N:9348468	30.00	Coco (Cocos Nucifera) - Ficus (Ficus Moraceae) - Aguaje (Mauritia flexuosa)	Varios apareados	8	Regular	205-25	70 -100 -60
2	Alta	E:376822 N:9348831	28.00	Almendra (Prunus dulcis) - Ficus (Ficus Moraceae) - Coco (Cocos Nucifera)	Varios apareados	10	Regular	8-5-20	25-100-70
3	Alta	E:376270 N:9348846	16.00	Mango (Mangifera indica) - Ficus (Ficus Moraceae)	Varios	10	Irregular	15-6	20-100
4	Media	E:375951 N:9348817	29.00	Ficus (Ficus Moraceae)	Individuales	5	Regular	7	100
5	Alta	E:376042 N:9348512	30.00	Bambu (Bambusoideae) - Mango (Mangifera indica)	Varios apareados	10	Regular	40 -20	30-20
6	Alta	E:376303 N:9348496	30.00	Guaje (Leucaena leucocephala)	Individuales	10	Regular	20	25

RESULTADOS

Para determinar la influencia de la dimensión *velocidad*, se realizaron mediciones en campo en tres horarios: 9:00, 12:00 y 15:00 horas. Los resultados se representan en la Figura 3, donde se observa la variación de la velocidad del viento según la hora y el lugar. El caso de estudio C03 presenta una composición, homogeneidad de árboles de: mango (*Mangifera indica*) y ficus (*Ficus moraceae*), y esto tiene mayor variabilidad al llegar las 15:00 horas. Un comportamiento similar se presenta en el caso C01, donde la variabilidad se debe a la presencia de especies acérceas, como el: coco (*Cocos nucifera*) y el aguaje (*Mauritia flexuosa*), que tienen las hojas pecioladas, pinnadas, palmeadas o costa - palmadas que facilitan el movimiento y dirección del viento (Villarreal, 2019). Por su parte, el caso de estudio C04, es el que evidencia menos , en la velocidad del viento registrada, y esto se atribuye a la presencia de una sola especie: el ficus (*Ficus moraceae*), que por su follaje no desarrolla fuerzas aerodinámicas .

Figura 3

Velocidad del viento por hora y lugar

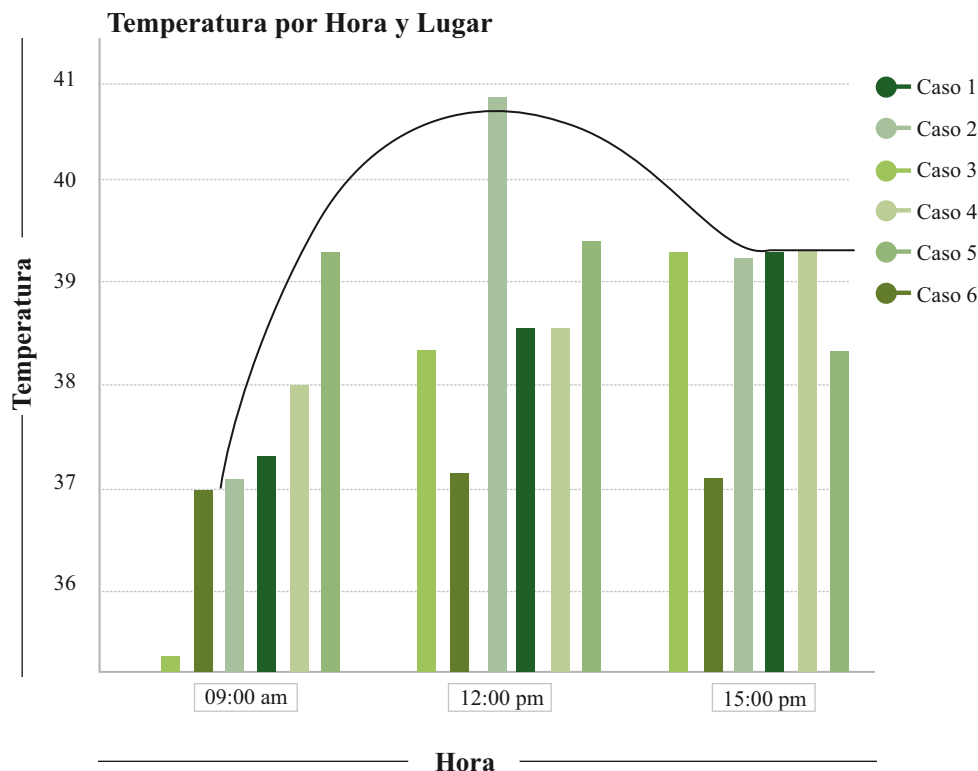


En la Figura 4, los resultados muestran la variación de la dimensión *temperatura*, según la hora y el lugar. Se observa que el caso C02, donde las variables edilicias del arbolado urbano son inestables, marca un cambio significativo al medio día, por la permeabilidad de especies como son la almendra (*Prunus dulcis*), el Ficus (*Ficus moraceae*) y el coco (*Cocos nucifera*). Por su parte el caso de estudio C06, donde la plenitud es individual: guaje (*Leucaena leucocephala*), que tiene su fenología óptima para climas extremadamente cálidos, tiene una temperatura estable a lo largo del día. Estos

hallazgos sugieren que la presencia de árboles puede desempeñar un papel crucial en la estabilidad de la temperatura en áreas urbanas.

Figura 4

Temperatura por hora y lugar



La Figura 5 muestra el resultado de la dimensión *humedad* registrada en los seis casos de estudio. Siendo el caso C03 el que presenta mayor variación entre las 9:00 horas y las 15:00 horas, fenómeno que se atribuye a las características de las variables urbanas, como la permeabilidad, y la plenitud variada de mango (*Mangifera indica*) y ficus (*Ficus Moraceae*), especies que tienen la capacidad de recopilar agua en su tronco y hojas. Por el contrario, el caso de estudio C04 registra menor humedad, debido al poco arbolado urbano existente y la plenitud existente es individual, con variables edilicias en altura y radio de cobertura con rango bajo como es el caso del ficus (*Ficus Moraceae*).

Los resultados de la dimensión *radiación* se presentan la Figura 6, donde el caso de estudio 6 no tiene cambios significativos, ya que es un área donde la densidad de la especie arbórea es mayor y la especie identificada en la zona, guaje (*Leucaena leucocephala*), tiene características morfológicas regulares que son óptimas para un ordenamiento territorial (Arboit y Betman, 2014). Mientras que todos los demás lugares inician con un registro de 5 a las 9:00 horas y luego cambia a 6 durante el día, esto como respuesta de la inestabilidad en las variables urbanas: permeabilidad de especies y variables edilicias en el arbolado urbano. Estos resultados destacan la importancia de la planificación urbana para preservar las zonas arboladas, mientras se permite un desarrollo equilibrado.

Figura 5
Humedad por hora y lugar

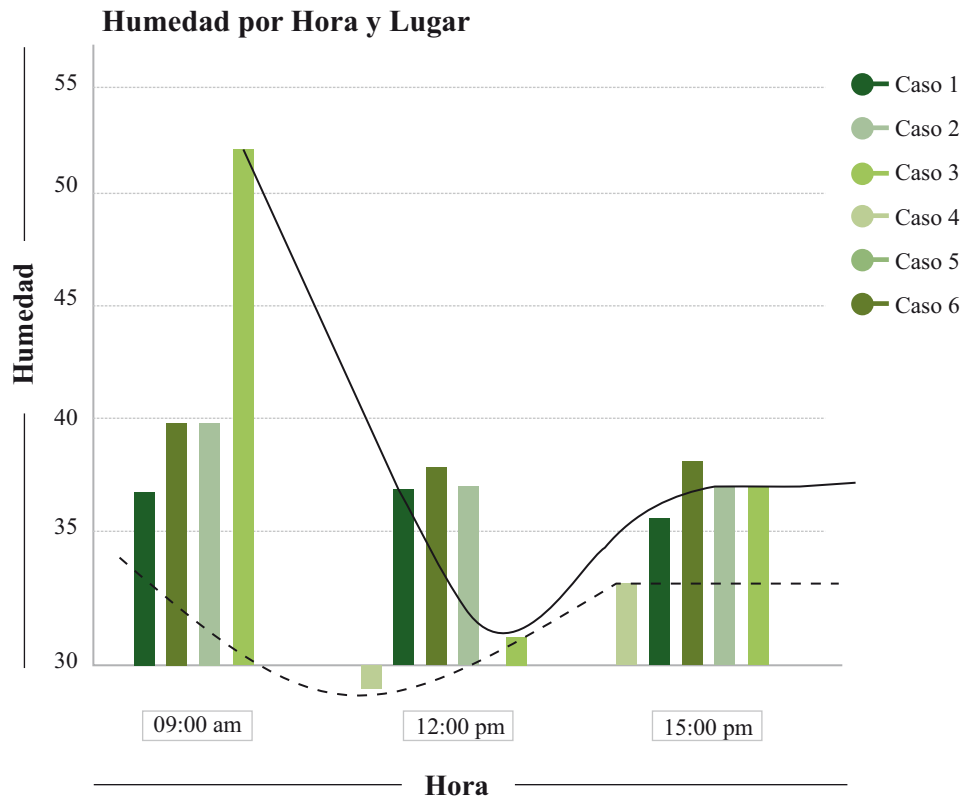


Figura 6
Radiación por hora y lugar

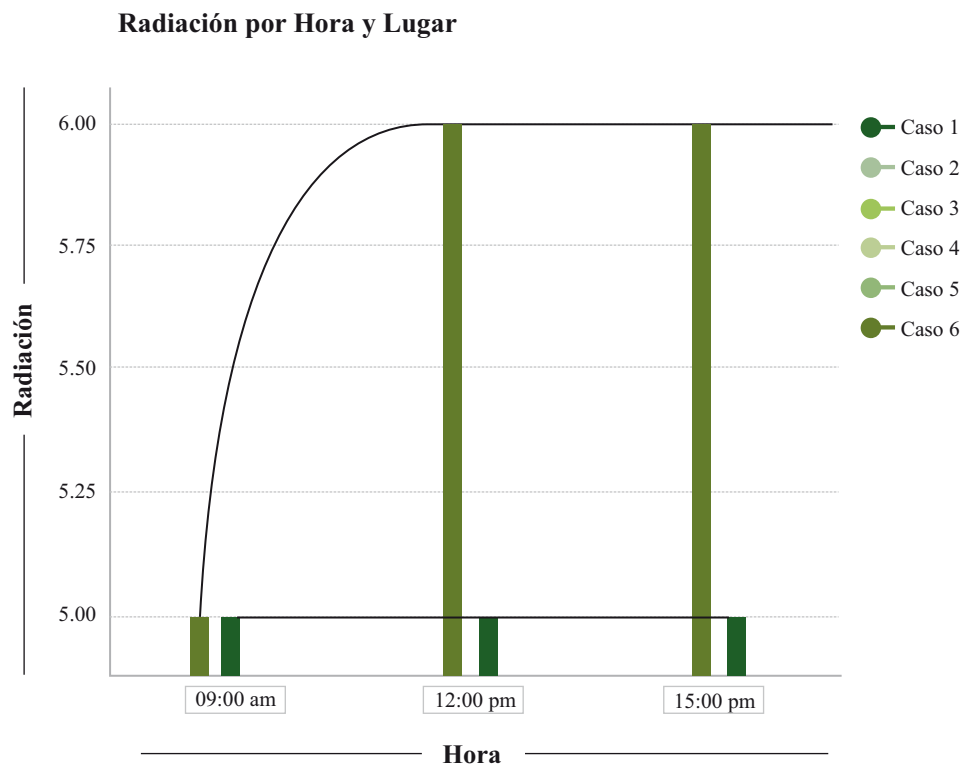


Figura 7

Fotografía hemisférica de guaje tomada con lente de ojo de Pez

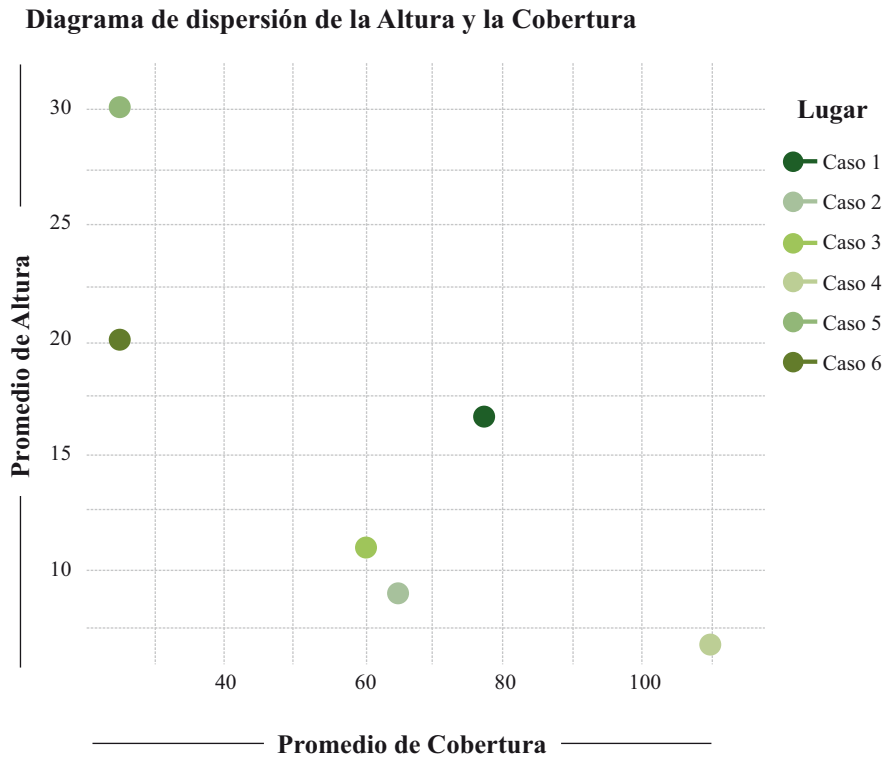


La arborización en zonas urbanas se fortalece con las características propias según la especie, y más aún si existe interacción positiva con el ecosistema y la población aledaña. En la Imagen 2, se ilustra la relevancia que la existencia de árboles desempeña en un espacio de la ciudad sobre la estabilidad de la temperatura (Martínez, 2019), en esta ocasión, por medio de fotografías hemisféricas en tiempo y condiciones climáticas reales de tres especies arbóreas: el coco (*Cocos nucifera*), el ficus (*Ficus moraceae*) y guaje (*Leucaena leucocephala*).

La Figura 8 presenta los resultados de las variables arbolado urbano en relación con las variables edilicias: altura y la cobertura de los árboles. El caso de estudio C01 presenta una altura promedio de casi 20 metros y casi 80 cm de cobertura, asociada con la presencia de especies aceráceas, como el coco (*Cocos nucifera*), el ficus (*Ficus moraceae*) y el aguaje (*Mauritia flexuosa*). Por su parte, los casos C05 y C06 presentan una mayor altura, pero poca cobertura, debido a la naturaleza morfológica elevada y la dispersión de las hojas de sus especies. El caso C05 cuenta con la presencia de bambú (*Bambusoideae*) y mango (*Mangifera indica*), mientras que el caso C06 presenta guaje (*Leucaena leucocephala*). Los demás casos presentan árboles de baja altura, pero con una cobertura media.

Figura 8.

Relación de la altura y cobertura de los árboles hallados



La Figura 9 muestra la existencia de arbolado urbano con variables morfológicas y edilicias de las siguientes especies arbóreas: coco (*Cocos nucifera*), ficus (*Ficus moraceae*) y guaje (*Leucaena leucocephala*). Se identifica una zona urbana con mayor cobertura vegetal, respaldando una planificación urbana replicable para un desarrollo social, económico y ambiental equilibrado (Arboit y Betman, 2014). Esta percepción puede influir en futuras decisiones y acciones comunitarias que buscan una ciudad sostenible en el tiempo.

Figura 9

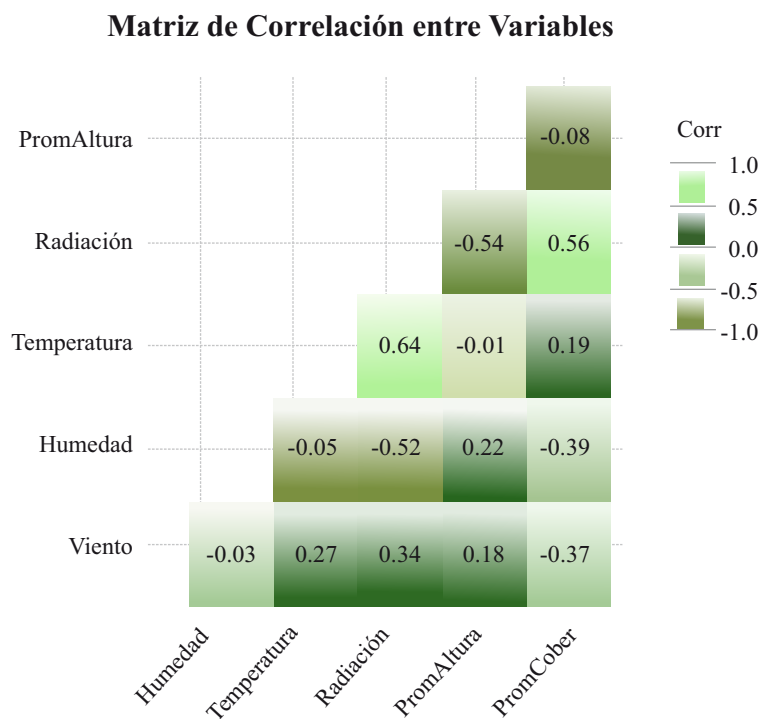
Fotografía aérea de la cuadra N.º9, Jirón Alfonso Ugarte



La Figura 10 presenta la relación entre las variables *arbolado urbano* y *confort térmico*, evidenciando correlaciones positivas y negativas entre sus dimensiones. Entre las correlaciones positivas, se identificó una relación directa entre la *temperatura* y la *radiación* ($r=0.64$), así como también entre la *radiación* y el *promedio de cobertura* ($r=0.56$), que considera que cuando se incrementa la radiación, se incrementa la *temperatura* y la cobertura vegetal. Por otra parte, se identificaron correlaciones negativas e inversas entre la *altura* y la *cobertura* ($r=-0.8$), entre la *humedad* y la *radiación* ($r=-0.52$), y la *humedad* y la *temperatura* ($r=-0.5$), lo que significa que cuando una de estas variables se incrementa, la otra decae. Estos hallazgos confirman que la presencia de arbolado urbano en una determinada zona desempeña un papel decisivo para la regulación de la sensación térmica adecuada.

Figura 10

Relación entre las variables estudiadas



DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mostraron que las dimensiones consideradas tienen un impacto en las condiciones de vida en las zonas urbanas. En ese sentido, la revisión exhaustiva de diversas investigaciones permitió identificar que un gran porcentaje de estas fueron realizadas en el continente europeo; mientras que, en el contexto latinoamericano, destacan las investigaciones realizadas en países como Colombia, México, Brasil. No obstante, en el Perú este tipo de estudios se encuentra aún en desarrollo, lo que evidencia la necesidad de

generar mayor producción científica nacional sobre el tipo y tema de investigación. En cuanto al diseño y tipo de estudio, la mayoría son descriptivas, y hay muy pocos estudios correlacionales; asimismo, todos los estudios tienen diversas dimensiones o variables para estudiar. Sin embargo, se considera necesario explorar investigaciones con metodología y resultados cualitativos o mixtos, con el propósito de brindar una comprensión más profunda de cómo las condiciones de vida se ven afectadas por las dimensiones urbanas desde la perspectiva de los residentes.

Considerando que la finalidad de la investigación es determinar de la relación entre el arbolado urbano y el confort térmico en la zona cálida de la selva peruana, se consideró prestar atención a Gálvez (2020), en esta investigación se determinó que la presencia de árboles en la zona de intervención debe de incrementarse. Asimismo, es necesario la siembra de árboles para la estabilización de las variables climatológicas a corto, mediano y largo plazo, estos criterios resaltan la importancia de la continuidad de sostener y ejecutar un ordenamiento con presencia de arbolado en zonas urbanas. Tal como se muestra en la Figura 4: existencia de arbolado urbano con variables morfológicas y edilicias de las especies arbóreas que permitan la identificación de una zona urbana con mayor cobertura vegetal, respaldando una planificación urbana replicable para un desarrollo social, económico y ambiental equilibrado (Arboit y Betman, 2014).

Por otro lado, la incorporación de teorías urbanísticas o modelos de planificación relacionados al arbolado urbano y el confort climático fueron relevantes en la investigación. En efecto, el contar con una ciudad inclusiva, sostenible y accesible favorece el desarrollo para la salud pública de la población y de la biodiversidad. En relación a lo mencionado anteriormente es relevante señalar que, gracias a la investigación realizada en la zona cálida de Yurimaguas, se evidenciarán pilares fundamentales y muy importantes, como la sostenibilidad, la resiliencia, la equidad y el bienestar social, que contribuirán, en el tiempo, al crecimiento óptimo y sostenible de la zona (Mora, 2023).

Finalmente, Castañeda (2021) señala que el incremento de la temperatura en los diversos horarios del día conlleva a una variación del confort climático, influyendo en las diferentes actividades económicas. El autor nos recuerda que parte del confort humano proviene de una estabilidad los factores climatológicos, especialmente en lugares con diferentes estaciones; en ese sentido, es importante mencionar que estas variables de arbolado urbano y confort térmico requieren monitoreo constante y atención continua a pequeña y gran escala, y ello es lo que se mencionó en esta investigación en la zona cálida de Yurimaguas, Perú.

CONCLUSIONES

Esta investigación demostró que una planificación urbana adecuada influye en un equilibrio ambiental. En los seis estudios de casos monitoreados se identificaron relaciones positivas y directas entre las dimensiones estudiadas, confirmando así la existencia de una relación entre el arbolado urbano y el confort térmico en la zona Miguel Irizar. Como se evidencia en el Gráfico 6, se identificaron correlaciones positivas entre la *temperatura* y la *radiación* ($r=0.64$), y entre la *radiación* y el *promedio de cobertura* ($r=0.56$), lo que indica que cuando se incrementa la radiación, aumentan tanto la altura como la cobertura vegetal. Asimismo, se hallaron correlaciones negativas entre la *cobertura* ($r=-0.8$), entre la *humedad* y la *radiación* ($r=-0.52$), y entre la *humedad* y la *temperatura* ($r=-0.5$). Este hallazgo destacó la importancia de abordar investigaciones sobre el arbolado urbano y confort térmico, enfatizando el apoyo institucional y poblacional en una determinada zona urbana.

Las implicaciones de estos resultados son considerables, ya que pueden informar la formulación de estrategias para contrarrestar el cambio climático y fortalecer el bienestar urbano. Sin embargo, fue importante reconocer las limitaciones del estudio, como la falta de accesibilidad a estudios previos, factores climáticos con variación constante, respuesta inmediata por parte de las autoridades para los permisos correspondientes, instrumentos de recolección de datos y condiciones, modelos estadísticos relacionados al tema, estos a su vez influyeron directamente en la generalización y obtención de los resultados.

Se sugiere que futuras investigaciones aborden estos aspectos, explorando cómo diferentes medidas de mitigación impactan en la percepción del confort térmico a lo largo del tiempo; asimismo, es crucial difundir cómo el impacto del arbolado urbano influye positivamente en la salud pública o en la biodiversidad urbana, siempre y cuando se realicen acciones correctas y dentro del tiempo establecido.

Cabe destacar que el arbolado urbano no solo regula el confort térmico, sino que también cumple un papel muy importante al resaltar estrategias ambientales, tales como la conservación del medio ambiente, la economía circular y el desarrollo de las ciudades verdes o sostenibles; por ejemplo, contribuyendo a la captura de carbono, la huella de carbono y huella hídrica, influyendo inmediatamente en el cambio climático.

Por otro lado, es conveniente destacar que, la presente investigación sobre el arbolado urbano y el confort térmico abre nuevas áreas de estudio vinculadas con el medio ambiente, tales como el impacto del arbolado urbano

en la salud pública, la producción más limpia, la integración del arbolado urbano en los espacios sostenible y de recreación, la presencia de arbolado en la biodiversidad urbana y la preservación de especies de flora y fauna.

En resumen, este estudio no solo resalta la relación del arbolado urbano y el confort térmico en zonas cálidas, sino que también invita a las autoridades a priorizar una planificación urbana sostenible, considerando políticas y ordenanzas optimas a lo largo de una gestión existente; fomentando así un entorno urbano sostenible a corto, mediano y largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arboit, M., & Betman, E. (2014). Solar radiation availability in forest urban environments with dry climate. Case: Mendoza metropolitan area, Argentina. In *Proceedings of the 30th International PLEA Conference. Ahmedabad, India.*
- Bernatzky, A. (1983). The Effects of Trees on the Urban Climate. En *Trees in the 21st Century* (pp. 59-76). Berkhamster: Academic Publishers.
- Bonan, G. (2008). Forests and Climate Change: Forcings, Feedbacks and the Climate Benefits of Forests. *Science*, 320 (2008), 1444-1449. <https://doi.org/10.1126/science.1155121>
- Bravo, M. y Torre, J. (2014). Confort Térmico en los espacios públicos urbanos: clima cálido y frío semi seco. *Revista Hábitat Sustentable*, 4(2), 52-63.
- Bustos, M. y Piccolo, M. (2011). Desconfort térmico en verano e invierno para la localidad de Pehuén Co, Argentina. *Nimbus*, (27-28), 63-76.
- Butrabi Neira, N. V., & Rojas Villa, C. (2004). Zonificación ambiental para la posible reubicación del casco urbano del municipio de Tumaco debido al riesgo por la eventual ocurrencia de un sismo y sus fenómenos asociados.
- Campos Cámara, B. L., Jiménez Sánchez, P. L., Gonzalez Vera, M. A., & Campos Alanis, H. (2022). Planificación socio ambiental en ciudades y áreas rurales de México.
- Castañeda, D. (2021). *Resultados comparativos de dos metodologías empleadas en un inventario de arbolado urbano en la ciudad de Lima* [Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4903/casta%c3%b1eda-rodas-diegoalfredo.pdf>

- Carrillo Cervera, A. (2025). *Efecto del área verde en la salud: parques y enfermedades cardiovasculares en Mérida, México (2020)* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Castillo, A. L., Correa, E. N., & Cantón, M. A. (2022). Incidencia de la permeabilidad solar forestal en el comportamiento térmico de urbanizaciones adaptadas a áreas piedemontanas. *Estoa. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 11(21), 4-24.
- Celis, A. M. C., & Cárdenas, J. W. (2020). La influencia de la arborización y de la pavimentación en el confort térmico urbano en la vía pública. Estudio de caso: Avenida Leopoldo Machado, Macapá-Brasil.
- Chavez Delgado, J. C. (2022). Comportamiento de los parámetros meteorológicos: temperatura, velocidad del viento y humedad relativa y su relación con la evaporación del agua, en la ciudad de Ilo.
- Deosthali, V. (1999). Assessment of impact of urbanization on climate: an application of bio- climatic index. *Atmospheric Environment*, 33 (24-25), 4125–4133.
- Dimoudi, A. y Nikolopoulou, M. (2003). Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. *Energy and buildings*, 35 (1), 69-76.
- Gálvez, A. (2022). Salamanca: Colaborando para no perder la presencia para no perder la presencia de verde en el barrio.
<https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Limaq/article/view/5552/5251>
- García, M. y Piccolo, M. (2008). Isla de calor invernal en Mar del Plata. En *Actas de las VII Jornadas Nacionales de Geografía Física*. San Salvador de Jujuy.
- Gonzalez, A. M. E. (2024). *Valoración sociocultural de los servicios ecosistémicos que ofrecen los humedales de la Ciudad de Neuquén* (Bachelor's thesis, Universidad Nacional del Comahue. Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud).
- Jiménez, E. I. T. (2018). APORTACIÓN DE LAS CUBIERTAS VERDES AL DESEMPEÑO TÉRMICO DE LAS ENVOLVENTES ARQUITECTÓNICAS, MEDIANTE EL USO DE DIFERENTES ARREGLOS CONSTRUCTIVOS DE VEGETACIÓN NATIVA DE MÉXICO.
- Kurbán, A. y Grasso C. 2016. Confort térmico en espacios verdes urbanos de ambientes áridos. *Revista Hábitat Sustentable*, (1), 35.

- Kuttler, W. y Strassburger, A. (1999). Air quality measurements in urban green areas - a case study. *Atmospheric Environment*, 33(24-25), 4101-4108. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(99\)00151-X](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(99)00151-X)
- Lehmann, S. (2014). Low carbon districts: Mitigating the urban heat island with green roof infrastructure. *City, Culture and Society*, 5(1), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ccs.2014.02.002>
- Maradiaga Marin, M. F. (2024). *Evaluación de los servicios ecosistémicos de las áreas verdes urbanas: planificación, diseño para la salud pública y la mitigación al cambio climático caso de estudio: Alcaldía de Tlalpan, Ciudad de México* (Doctoral dissertation, Universidad de Granada).
- Mendonça, M. y Lombardo, M. A. (2009). El clima urbano de ciudades subtropicales costeras atlánticas: el caso de la conurbación de Florianópolis. *Revista de Geografía Norte Grande*, (44), 129-141.
- Mendoza Huallpa, H. (2021). TERMODINÁMICA Conceptos básicos. Variables termodinámicas. Primera ley de la Termodinámica. Trabajo en diagrama PV-Procesos.
- Miró, J. Y Olcina, J. (2020). Cambio climático y confort térmico. Efectos en el turismo de la Comunidad Valenciana. *Investigaciones Turísticas*, (20), 1-30. <https://doi.org/10.14198/INTURI2020.20.01>
- Oliveira, S., Andrade, H., & Vaz, T. (2011). The cooling effect of green spaces as a contribution to the mitigation of urban heat: A case study in Lisbon. *Building and Environment*, 46, 2186-2194. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.04.034>
- Oltra-Carrió, R., Sobrino, J., Gutiérrez-Angonese, J., Gioia, A., Paolini, L., y Malizia, A. (2010). Estudio del crecimiento urbano, de la estructura de la vegetación y de la temperatura de la superficie del Gran San Miguel de Tucumán, Argentina. *Revista de Teledetección*, (34), 69-76.
- Piccolo, M. y Diez, P. (2008). Cold and heat impact on human comfort in the Bahía Blanca estuary harbours (Argentina). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, (34), 119-131.
- Portilla Jurado, A. T., Marin Bautista, D. Y. S., Castañeda Sossa, J. A., Bahamon Cardoso, O. P., & Veloza Torres, Y. M. (2025). Análisis multitemporal de cambios en la cobertura del suelo y sus impactos socioambientales en Buriticá, Antioquia (2006-2023).
- Priego Gonzalez de Canales, C. (2002). Beneficios del arbolado urbano.

- Quattrochi, D. A., & Ridd, M. K. (1998). Analysis of vegetation within a semi-arid urban environment using high spatial resolution airborne thermal infrared remote sensing data. *Atmospheric Environment*, 32(1), 19-33.
- Romero, M. (2001). *Arquitetura bioclimática do espaço público*. Universidade de Brasília.
- Robitu, M., A., Musy, M., Inard, C. y Groleau, D. (2006). Modeling the influence of vegetation and water pond on urban microclimate. *Solar Energy*, 80(12), 435-447.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X05002574>
- Romero, M. (2001). *Arquitetura Bioclimática do Espaço Público*. Brasilia: Universidade de Brasilia
- Therán Nieto, K. R., Rodríguez Potes, L. M., Mounthon Celedon, S., & Manjarres De León, J. (2019). Microclima y Confort Térmico Urbano. *Módulo Arquitectura CUC*, 23(1), 49-88.
- Verche Borges, G. (2018). Diseño de una planta solar fotovoltaica con seguidor solar de un solo eje de 7.24 MW.
- Weng, Q., Lu, D., & Schubring, J. (2004). Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote Sensing of Environment*, 89, 467-483.
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2003.11.005>