

ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

**URBAN TREES IN THE HABITABILITY OF
NEIGHBORHOOD PUBLIC SPACES:
A SUSTAINABLE VISION**

**LOS ÁRBOLES URBANOS EN LA HABITABILIDAD
DE LOS ESPACIOS PÚBLICOS VECINALES:
UNA MIRADA SOSTENIBLE**

Alexander Galvez-Nieto^{1,*}

¹ Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Ricardo Palma, Lima 33 - Perú, Av. Alfredo Benavides 5440, Santiago de Surco 15039, alexander.galvez@urp.edu.pe

* Author for correspondence: alexander.galvez@urp.edu.pe

ABSTRACT

The need to increase and improve urban green has become a strategy for sustainable urban development; and in Peru there are no specific studies, nor adequate plans and projects that comprehensively contemplate the full potential of tree species in the urban space. Therefore, the objective was to propose a guide for the design of travel and stay spaces for Arróspide Park, located in Ate, a district of the metropolitan city of Lima, Peru and based on the physiological, ergonomic and psychological contributions of existing urban trees to benefit their habitability in a neighborhood public space. With a biocentric perspective, the morphological characteristics of the tree species were identified, the climatic conditions related to the thermal comfort of the people were measured and the physical restrictions of the park were analyzed. Finally, the results were contrasted with the theoretical framework based on the evaluation of public spaces and green spaces according to the Urban Ecology Agency of Barcelona, the principles of tree selection proposed by Trees & Design Action Group and the water-sensitive approach in the Green space design. After a comparison of tree species, 5 tree species: Tipa, Molle costeño, Jacaranda, Molle serrano and Melia were identified that, due to their morphological characteristics, provide comfort, demand a little water consumption, control the low urban proportion of the park,

provide shade in park routes and stays, and offer a colored landscape throughout the year; generating conditions for the improvement of the habitability of public space.

Keywords: urban trees – neighborhood space – public space – habitability

RESUMEN

La necesidad de aumentar y mejorar el verde urbano se ha convertido en estrategia para el desarrollo urbano sostenible; y en Perú no existen estudios específicos, ni planes y proyectos adecuados que contemplen de manera integral todo el potencial de las especies arbóreas en el espacio urbano. Por lo que se tuvo como objetivo proponer una guía de diseño de espacios de recorrido y estancia para el Parque Arróspide, ubicado en Ate, distrito de la ciudad metropolitana de Lima, Perú; en función de las aportaciones fisiológicas, ergonómicas y psicológicas de los arboles urbanos existentes, para beneficiar su habitabilidad como espacio público vecinal. Con una perspectiva biocéntrica, se identificó las características morfológicas de las especies arbóreas, se midió las condiciones climáticas relacionadas a la confortabilidad térmica de las personas y se analizó las restricciones físicas del parque. Finalmente, los resultados se contrastaron con el marco teórico basado en la evaluación de espacios públicos y espacios verdes según la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, los principios de selección de árboles propuestos por Trees & Design Action Group y el enfoque sensible al agua en el diseño de espacios verdes. Tras una comparación de especies arbóreas, se identificó 5 especies arbóreas: la Tipa, el Molle costeño, la Jacaranda, el Molle serrano y la Meliá; que por sus características morfológicas brindan confortabilidad, demandan un poco consumo de agua, controlan el bajo índice de proporción urbana del parque, dotan de sombra en recorridos y estancias del parque, y ofrecen un paisaje de color durante todo el año; generando condiciones para la mejora de la habitabilidad del espacio público.

Palabras claves: árboles urbanos – espacio vecinal – espacio público – habitabilidad

INTRODUCCIÓN

La investigación se basó sobre el adecuado conocimiento de las especies arbóreas para su plantación en los parques, porque contribuye a mejorar la calidad del ambiente urbano y la convivencia vecinal en el parque como lugar de encuentro. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (ONU, 2018), el área urbanizada ha crecido 1,5 más que la población y los espacios públicos se han reducido en un 4% en los últimos 20 años. Para lograr un desarrollo urbano sostenible se debe establecer prioridades basadas en las necesidades locales y diseñar instrumentos de diseño urbano que propongan principios adecuados. Los parques, como espacios públicos de estancia (García & Contreras, 2016), proporcionan habitabilidad a los ciudadanos.

Hablar de naturaleza en la ciudad es otro de los retos de la sostenibilidad, debido que la ecología urbana se deteriora significativamente ante el aumento de la urbanización, generando varios problemas y los árboles urbanos son elementos muy importantes que contribuyen con múltiples beneficios como ambientales, sociales, económicos, visuales entre otros (Akay & Onder, 2016; Patarkalashvili, 2017; Endreny, 2018; Solomou *et al.*, 2019). En la Zona 1 del distrito de Ate, en la región de Lima, Perú; se experimenta un cambio de aumento de densidad urbana, donde la cantidad de población va creciendo rápidamente por el cambio de residencias unifamiliares a

edificios multifamiliares; implicando un incremento en el costo de la infraestructura existente, la fragilidad de la naturaleza y otros aspectos críticos para la vida urbana (Vaz Monteiro *et al.*, 2019). Frente a ello, la Municipalidad distrital de Ate-2014, aprobó un régimen de intangibilidad, protección, conservación, defensa y mantenimiento de las áreas verdes de uso público, y zonas de recreación pública en el distrito; como parte de su política ambiental. Sin embargo no es suficiente para un enfoque de desarrollo urbano sostenible.

Desde una perspectiva biocéntrica, cada especie arbórea posee características diferentes, por lo que su comportamiento, indicadores y aportaciones son distintos; influyendo más en la habitabilidad de los espacios públicos por la cantidad e intensidad de actividades que el individuo realiza y las condiciones climáticas que se exponen estos espacios abiertos. El aumento de temperatura en los espacios exteriores provoca el abandono por parte de sus usuarios, debido a que se convierten en espacios asolados, perjudicando la calidad de la vida urbana (Tumini, 2012). Estas aportaciones por especies arbóreas son corroboradas por escasos estudios en el ámbito internacional y nacional.

Trees & Design Action Group (TDAG) (2012) (Reino Unido), presentó una guía que adopta un enfoque global para los árboles urbanos, proporcionando a los tomadores de decisiones los principios y las referencias que necesitan para desempeñar plenamente el papel de protección climática, de apoyo en la

salud humana y bienestar ambiental y de crear condiciones para el éxito económico.

Rodríguez (2011) en su investigación examinó el tema del espacio público en Barranquilla (Colombia) articulado con el de la vegetación debido a que se considera esta última como un componente del sistema ecológico preexistente a la ciudad y no como un elemento más del mobiliario urbano.

El proyecto Urban GreenUp (CARTIF, 2018) lanzó un catálogo de Soluciones Basadas en la Naturaleza, con el objetivo de proporcionar a las ciudades indicadores sobre “cómo abordar los desafíos urbanos utilizando la naturaleza”, no solo desde la dimensión ambiental, sino también económica y social. Se espera contribuir con las ciudades haciéndolas más atractivas, competitivas e inclusivas. Se han establecido como ciudades líderes: Valladolid (España), Liverpool (Reino Unido) e Izmir (Turquía).

En el estudio de Vaz Monteiro *et al.* (2019) se examinó el estado actual de bosques urbanos en Gran Bretaña, mostrando que se encuentran en buena condición, son resistentes a las temperaturas invernales locales, pero carecen de gran tamaño y diversidad de especies arbóreas. Esta información detallada podría ayudar a establecer estrategias de gestión y monitoreo hacia una sostenibilidad urbana.

Chang (2015) estudió las características urbanísticas que influyen en la calidad del recorrido peatonal

del perímetro exterior del Parque de las Leyendas, Lima, Perú. Los resultados del análisis se confrontaron con normativas internacionales, lo que permitió identificar por qué estas secciones no cumplen con la mayoría de las normativas establecidas, y muestra la baja habitabilidad peatonal.

Ante esta situación, la investigación se planteó proponer criterios de selección y ubicación de árboles urbanos existentes recomendados en los espacios de recorrido y estancia del Parque Arróspide en la Zona 1 del distrito de Ate, Perú en función de las aportaciones, para beneficiar su habitabilidad como espacio público vecinal.

MATERIAL Y MÉTODOS

La población de estudio estuvo constituida por las especies arbóreas del arbolado urbano existente en la red de parques vecinales de la urbanización Los Recaudadores, en la Zona 01 del distrito de Ate, Lima, Perú. Los parques de esta urbanización sirven como elementos organizadores para agrupar a las viviendas. Para la selección de la muestra, se aplicó el método de muestreo no probabilístico de tipo intencional, por la representatividad de las especies arbóreas existentes y por su accesibilidad (Tabla 1). Se eligió las especies arbóreas del Parque Jorge Arróspide, porque dicho parque reúne las especies arbóreas de los demás parques de la Urbanización Los Recaudadores (Fig. 1).

Tabla 1. Especies arbóreas existentes en el Parque Jorge Arróspide, distrito de Ate, Lima, Perú.

Nombre Científico	Nombre Común
<i>Ficus elastica</i>	Caucho
<i>Ficus benjamina</i>	Ficus
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacarandá
<i>Melia azedarach</i>	Melia
<i>Acacia saligna</i>	Mimosa
<i>Schinus terebenthifolius</i>	Molle costeño
<i>Schinus molle</i>	Molle serrano
<i>Eriobotrya japonica</i>	Nispero
<i>Persea americana</i>	Palto
<i>Tipuana tipu</i>	Tipa
<i>Spathodea campanulata</i>	Tulipán africano

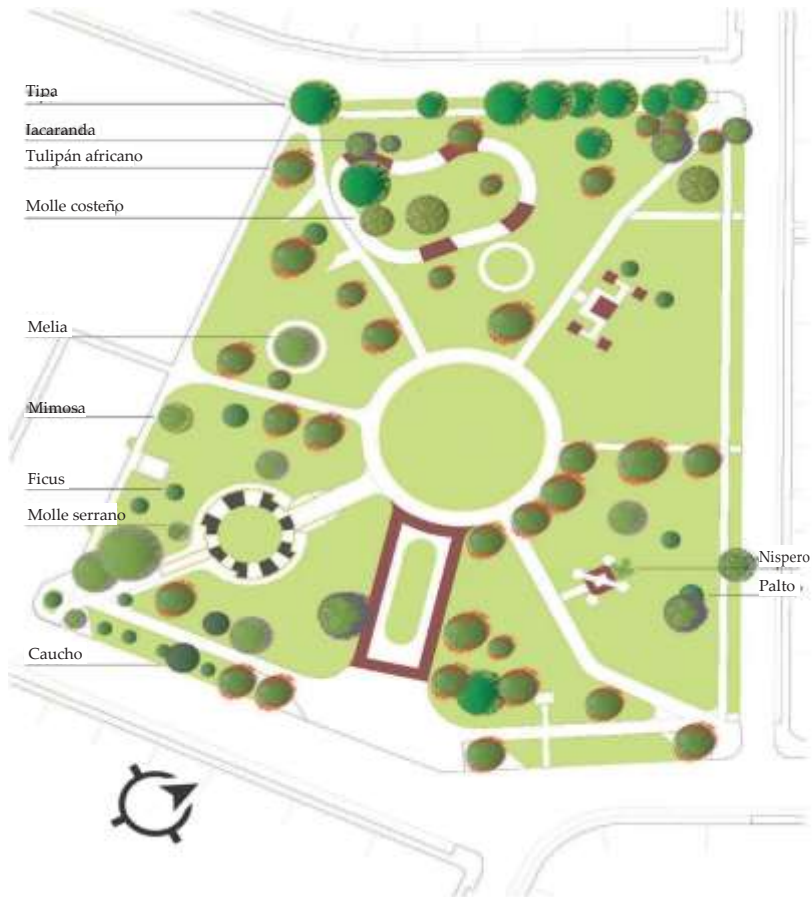


Figura 1. Croquis de la ubicación de las especies arbóreas del Parque Arróspide.

La propuesta está dirigida hacia la generación de confort térmico, debido que es un indicador que influye mayormente en la habitabilidad del espacio público. Es por ello que se consideró el uso del índice de confort de vegetación arbórea (Jiménez, 2008) y la dotación de sombra por árboles (Mínguez *et al.*, 2013). En esta investigación interesa cómo ubicar las especies arbóreas por sus características para mejorar la habitabilidad del parque a través del uso confortable de sus espacios de recorrido y de estancia. Los resultados se contrastaron en base a los criterios de evaluación de espacios públicos y espacios verdes según la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (AEUB), los principios de selección de árboles propuestos por Trees & Design Action Group (TDAG) y el enfoque sensible al agua en el diseño de espacios verdes.

Para identificar si se lograría mejorar la habitabilidad en los parques de la urbanización Los Recaudadores en el distrito de Ate, se analizó en primer lugar, las características del arbolado urbano existente como componente natural y su relación con los componentes físico- ambientales del Parque Arróspide. Para ello, los resultados se organizaron en: la biodiversidad y las características de los árboles urbanos existentes; las restricciones físicas que presentan el espacio del parque; la identificación de las aportaciones fisiológicas, ergonómicas y psicológicas que ofrecen cada especie arbórea existente en relación a su emplazamiento en el parque; y en la comparación de las

aportaciones de cada especie arbórea.

Se emplearon diversas técnicas de recolección de datos sobre el objeto de estudio. Se empezó a recolectar información de instituciones públicas y privadas referidas a las especies arbóreas del arbolado urbano y lineamientos sobre la planificación y diseño de parques de Lima Metropolitana y del distrito de Ate (MLM, 2014).

Para las observaciones y mediciones de las especies arbóreas se elaboró un registro fotográfico y fichas técnicas que muestran sus características morfológicas. Solo se consideraron los ejemplares de etapa adulta, por poseer todos los atributos morfológicos totalmente desarrollados.

Además se realizaron cálculos de parámetros sobre el volumen de árboles y el paisaje de color, de acuerdo a la variable de Espacios Verdes y Biodiversidad usados por la AEUB (2011) en su Certificación del Urbanismo Ecosistémico. Se elaboraron mapas y secciones del parque seleccionado para determinar las superficies de estancia y de recorrido, la proporción urbana y las restricciones del sitio.

Se efectuó la medición de las condicionantes climáticas como la temperatura ambiente y la humedad relativa a través del uso de un termohigrómetro, durante los meses de febrero y marzo de 2018 entre las 12:00 pm y la 01:00 pm, para determinar la confortabilidad térmica que ofrecen las especies arbóreas como variable de la habitabilidad en parques. Dicho periodo se seleccionó porque registra las más altas condiciones térmicas del

lugar en el año 2018, considerando que en los últimos años la temperatura en Lima Este aumentó en los meses de febrero y marzo (EC, 2017). Los datos obtenidos se utilizaron para el cálculo de la temperatura efectiva y la temperatura de confort de la Urbanización Los Recaudadores

y estimar el índice de confort de vegetación arbórea (Jiménez, 2008) para encontrar la confortabilidad que ofrecen las especies arbóreas. Además, se utilizó el software Revit 2018 para obtener el aparente recorrido solar en el parque y obtener un estudio de sombras.

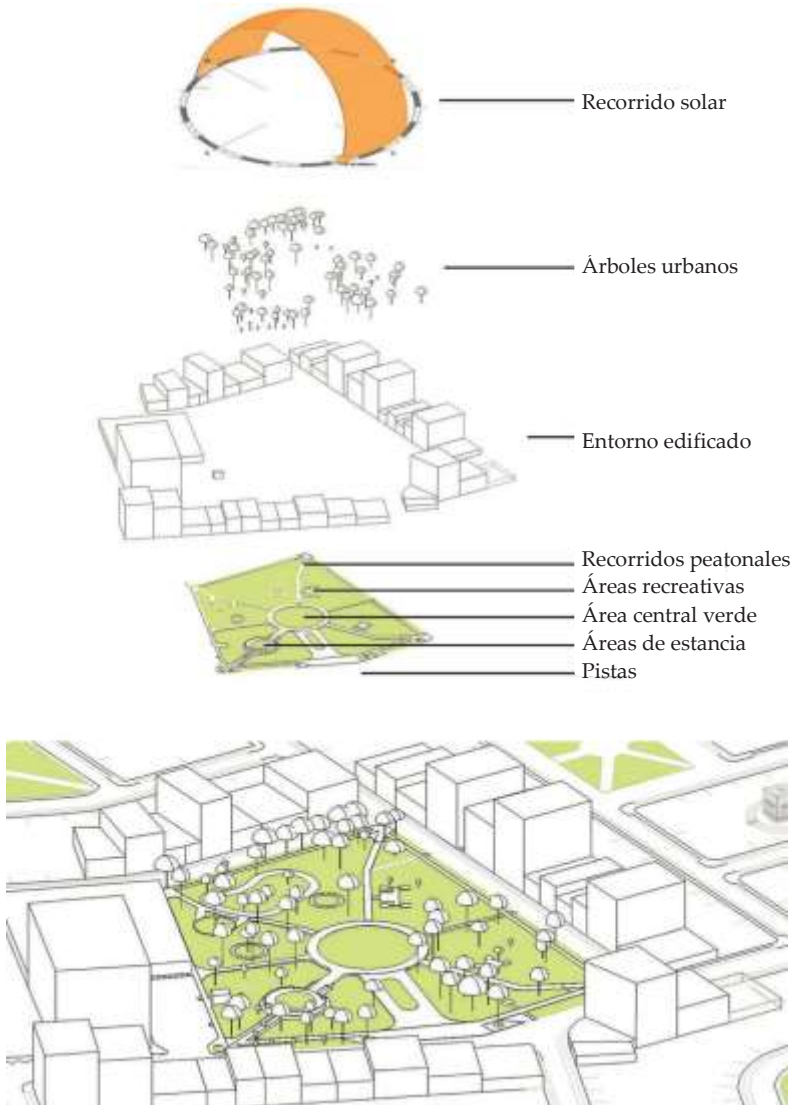


Figura 2. Componentes del Parque Arróspide.

También se procedió a hacer un levantamiento de las áreas del parque usando una cinta métrica, con apoyo de un registro fotográfico y modelado digital (Fig. 2); para aplicar ciertos cálculos indicados en las variables de Espacio Público y Habitabilidad; y de Espacios Verdes y Biodiversidad usados por la AEUB (2011) en su Certificación del Urbanismo Ecosistémico. Estos cálculos fueron:

- Espacio viario para el peatón
- Nivel de apertura entre las fachadas que enmarcan un espacio abierto respecto a la distancia que hay entre fachadas
- Percepción de volumen verde, respecto al campo visual del peatón
- Índice biótico del suelo o porcentaje de suelo funcionalmente significativo para el desarrollo de vida vegetal y retención de agua de lluvia

Al término se procedió a recoger la información de cada especie arbórea existente, para luego efectuar una comparación entre sus diferentes aportaciones de cada una de ellas para la mejora de la habitabilidad en el parque seleccionado.

Aspectos éticos: Este artículo muestra los resultados obtenidos de la tesis de maestría titulada Selección sostenible de árboles urbanos para beneficiar la habitabilidad del espacio público vecinal, realizada por el mismo autor (Galvez, 2019). Asimismo, el autor es la única persona que ha participado en la recolección y procesamiento de la información de campo y de gabinete sin hacer omisión de ninguna persona o apoyo. Los datos obtenidos en

referencia a la relación de cada especie arbórea y las características climáticas del entorno particular, constituyen materiales inéditos obtenidos por el autor. Otros datos y procesos incluidos en la investigación proceden de trabajos previos que han sido referidos oportunamente. En esta investigación no se manipuló los materiales de investigación, equipos ni a los individuos sujetos de análisis; así como no se ha cambiado ni omitido datos o resultados de forma que las conclusiones no sean representativas de la investigación.

RESULTADOS

La región de Lima (Perú) al pertenecer a un ecosistema desértico, lo más apropiado es tener especies vegetativas nativas, porque son las idóneas para sus condiciones físico climáticas: resistencia a las sequías y a la exposición del sol. Sin embargo, existen especies introducidas existentes que se han adaptado al entorno. En cuanto a la biodiversidad existente, de los 77 individuos que se encuentran en el Parque Arróspide, solo 11 pertenecen a especies nativas. Estas especies nativas son el Molle serrano, especie originaria de Perú; la Jacaranda y el Molle costeño, ambas propias de Sudamérica. El Tulipán africano es la especie con mayor cantidad de individuos existentes en el parque, seguida del Ficus y la Tipa; todas especies introducidas.

En cuanto a las características de los árboles urbanos, se muestra que todas las especies arbóreas encontradas en el parque, son de uso

ornamental o paisajístico y el 54,54% de las mismas son usadas por su dotación de sombra. En su mayoría, las especies arbóreas del parque son siempreverdes o perennes. Las especies arbóreas que tienen mayor radio de copa son la Jacarandá y el Meliá, seguido del Molle costeño, Molle serrano y Tipa. Por consiguiente son las especies arbóreas que tienen disponibilidad de ofrecer mayor porcentaje de sombra en el espacio del parque.

Todas las especies arbóreas existentes en el parque tienen un mediano porte, es decir no superan los 15 m de altura, llegando a medir entre 10 y 12 m como la Meliá, la Tipa, el Tulipán africano y la Jacaranda.

Si se refiere a su almacenamiento de agua, existe una mayor cantidad de individuos de especies introducidas consumidoras de grandes cantidades de agua como el Tulipán africano, por lo que tiene una frecuencia de riego regular debido a su poca capacidad de almacenamiento de agua.

El entorno construido del parque está conformado por edificaciones que varían entre 2 y 9 pisos. Mayormente el uso de las edificaciones es residencial. Esto refleja el cambio de tipologías de

las viviendas unifamiliares a viviendas multifamiliares.

La presencia de postes de alumbrado público, de energía eléctrica y de Wifi, así como los cables eléctricos aéreos que cruzan el parque; forman parte del equipamiento molesto al interior del parque porque su ubicación invade el paisaje verde del arbolado urbano (Fig. 3).

Cabe anotar que las especies arbóreas existentes no presentan ningún tipo de riesgo de daño a las estructuras existentes del parque. No se ha observado ningún problema con las raíces de los árboles, ni se ha evidenciado ruptura de los recorridos a causa de ello.

En cuanto a las aportaciones fisiológicas del arbolado urbano en el espacio público, se determinó que según el Índice de confort de vegetación arbórea (ICVA), el árbol con la sensación térmica más agradable es el Tulipán africano con $-5,09^{\circ}$ C y el que presentó menos sensación térmica agradable, es el Ficus con $-4,26^{\circ}$ C. Sin embargo todas las especies existentes en el Parque Arróspide, según su índice de confort tienen la condición de ser muy confortables.

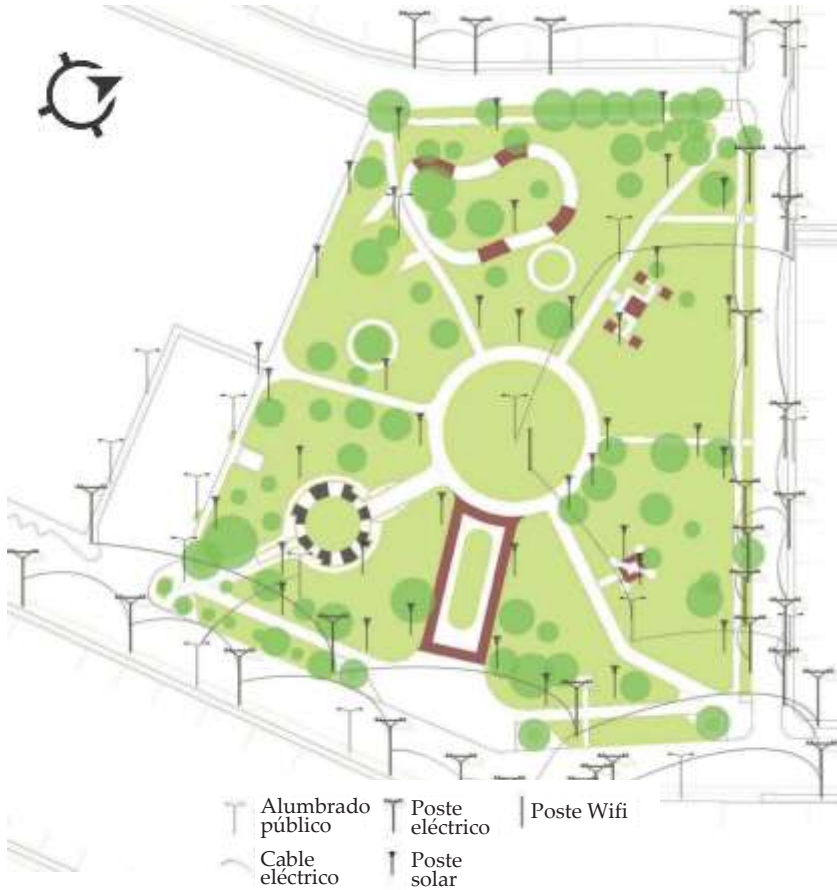


Figura 3. Equipamiento molesto en el Parque Arróspide: Postes y cables.

En cuanto a las aportaciones ergonómicas del arbolado urbano en el espacio público, se indicó que el espacio viario destinado al peatón óptimo solo se encuentra en un 22,40% de los tramos de calle que circunda el Parque Arróspide, por debajo del mínimo deseado. El porcentaje de superficie de recorrido peatonal en el interior del parque equivale al 13,60% en relación al área total del parque. La superficie del espacio de estancia está definida por las áreas verdes de estancia y las áreas recreativas activas y pasivas,

que dan como resultado el 66,10% del área total del parque. Las áreas verdes destinadas al uso de bermas o de uso exclusivo para la plantación de vegetación arbustiva y/o arbórea representan un 20,11%.

La proporción urbana del parque, comprendida entre el volumen construido y el espacio libre de edificaciones restante entre las fachadas, es muy baja, configurándose un cañón urbano abierto, en todos los tramos de calles que rodean al parque, con potencial de iluminación

natural para los edificios y de vista al cielo por parte de los usuarios. Los 21 m de altura que alcanzan algunas edificaciones; es insuficiente altura para generar sombra al interior del parque. Como quedó demostrado en la simulación y observación del comportamiento solar en el parque (Fig. 4), los espacios de recorrido y de estancia están desprotegidos del

impacto solar durante todo el año; siendo más crítico en las épocas de verano donde se registran las mayores temperaturas.

Solo un segmento de la cuadra 2 de la calle Sábilas muestra que una adecuada ubicación de árboles en el espacio de recorrido peatonal, puede proporcionar sombra y una confortable sensación térmica.

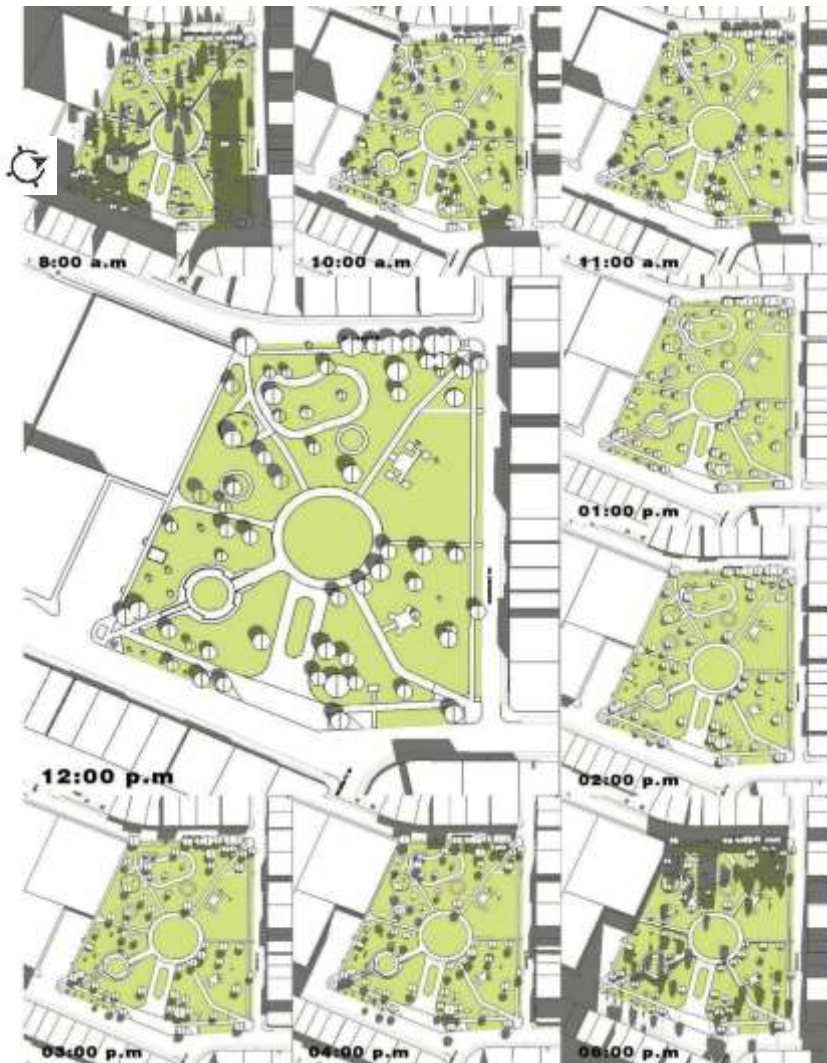


Figura 4. Estudio de sombras del 21 de marzo – 21 setiembre de 2018.

En cuanto a las aportaciones psicológicas del arbolado urbano en el espacio público, la percepción del verde urbano se definió en base a la proporción de volumen verde. Un 10% de volumen verde contribuye a convertir más atractivas las calles. En este caso se analizó por tramo de calle que compone al parque, referido al campo visual del peatón, encontrándose que más del 10% de volumen verde formado por arbolado de mediano y pequeño porte se encuentra solo en 40% de los tramos de calle del parque.

Por otro lado, la gama cromática que presentan las flores grandes de las especies arbóreas, y por ende las más vistosas, en el parque son: lila, blanco, blanco con lila, amarillo, anaranjado. Las flores de color anaranjado son las que

predominan en los árboles del parque, provenientes del Tulipán africano.

De acuerdo a la época de foliación, época de floración, el color de sus hojas y flores, y la cantidad de individuos por especie arbórea; se determinó un paisaje de color en su mayoría de tiempo verde, con varios tonos, en presencia de flores de color anaranjado, propias del tulipán africano. La época más vistosa por sus colores es a finales de primavera e inicios de verano. Finalmente se observa que después del estudio de las características de las especies arbóreas, el espacio físico del parque, y la relación entre ambos componentes (Tabla 2). Todas las especies arbóreas existentes son muy confortables, siendo las que dan mayor sensación de confort el Tulipán africano y la Tipa.

Tabla 2. Comparación de las aportaciones de las especies arbóreas existentes.

Especies Arbóreas	Comparación de aportaciones		
	Fisiológicas	Ergonómicas	Psicológicas
Caucho	ICVA: -4,60	Arbolado de mediano porte. Amortigua el brillo de la iluminación natural del exterior	Tiene flores que parecen frutos
	Muy confortable, debajo del árbol	Usado en espacios amplios	Permanencia de hoja color verde todo el año
Ficus	ICVA: -4,26	Arbolado de mediano porte. Amortigua el brillo de la iluminación natural del exterior	Tiene flores que parecen frutos pequeños
	Muy confortable, debajo del árbol	Usado en espacios amplios y calles	Permanencia de hoja color verde todo el año

Continúa Tabla 2

Jacaranda	ICVA: -4,71	Arbolado de mediano porte. Amortigua el brillo de la iluminación natural del exterior	Tiene flores pequeñas color lila muy vistosas
	Muy confortable, debajo del árbol	Usado en espacios amplios y calles	La caída de flores produce un efecto sombra Permanencia de hoja color verde en verano e inicios de otoño
Melia	ICVA: -4,46	Arbolado de mediano porte. Amortigua el brillo de la iluminación natural del exterior	Tiene flores pequeñas color lila y blanco muy vistosas
	Muy confortable, debajo del árbol	Dotación de sombra Usado en espacios amplios y calles anchas	Permanencia de hoja color verde en otoño
Mimosa	ICVA: -4,27	Arbolado de mediano porte. Amortigua el brillo de la iluminación natural del exterior	Tiene flores pequeñas color amarillo muy vistosas
	Muy confortable, debajo del árbol	Uso en malecones y acantilados	Permanencia de hoja color verde todo el año
Molle costeño	ICVA: -4,50	Arbolado de mediano porte. Amortigua el brillo de la iluminación natural del exterior	Tiene flores pequeñas
	Muy confortable, debajo del árbol	Uso en espacios amplios y calles	Permanencia de hoja color verde todo el año
Molle serrano	ICVA: -4,62	Arbolado de mediano porte. Amortigua el brillo de la iluminación natural del exterior	Tiene flores pequeñas
	Muy confortable, debajo del árbol	Uso en espacios amplios, jardines y calles	Permanencia de hoja color verde todo el año
Níspero	ICVA: -4,81	Arbolado de mediano porte. Amortigua el brillo de la iluminación natural del exterior	Tiene flores blancas pequeñas muy vistosas
	Muy confortable, debajo del árbol	Uso en espacios amplios, jardines y calles	Permanencia de hoja color verde todo el año

Palto	ICVA: -4,83	Arbolado de mediano porte. Amortigua el brillo de la iluminación natural del exterior	Tiene flores pequeñas poco vistosas
	Muy confortable, debajo del árbol	Uso en espacios amplios, de manera aislada	Permanencia de hoja color verde todo el año
Tipa	ICVA: -4,99	Arbolado de mediano porte. Amortigua el brillo de la iluminación natural del exterior	Tiene flores grandes color amarillo muy vistosas
	Muy confortable, debajo del árbol	Usado en espacios amplios y calles anchas	Permanencia de hoja color verde todo el año
Tulipán africano	ICVA: -5,09	Arbolado de mediano porte. Amortigua el brillo de la iluminación natural del exterior	Tiene flores grandes color anaranjado muy vistosas
	Muy confortable, debajo del árbol	Dotación de sombra Usado en espacios amplios y calles anchas	Permanencia de hoja color verde todo el año excepto inicios de invierno

ICVA=Índice de confort de vegetación arbórea.

Las especies arbóreas existentes que requieren exclusivamente espacios amplios, como los parques para su plantación, son el Caucho y el Palto. Las especies arbóreas existentes que necesitan espacios y calles amplias para su plantación son Meliá, Tipa y Tulipán africano. Las especies arbóreas existentes usadas por su dotación de sombra son Meliá y Tulipán africano.

El Tulipán africano y la Tipa son especies arbóreas existentes de flores grandes y vistosas por su color. El Ficus y el Caucho, son las únicas especies arbóreas existentes que carecen de flor como tal. La única especie arbórea existente que ofrece

un efecto sombra por la caída de sus flores es el Jacaranda. La mayoría de especies arbóreas existentes tienen una permanencia de follaje durante todo el año. La Jacaranda, el Meliá, la Mimosa y el Nispero son las especies arbóreas existentes que tienen flores pequeñas vistosas.

DISCUSIÓN

Tras el análisis de los resultados, se identificó que el parque posee un mayor número de individuos de especies arbóreas introducidas frente a las especies arbóreas autóctonas (85,71%). El 36,36% de las especies arbóreas introducidas son xerófitas, especies recomendadas por el Servicio

de Parques de Lima (SERPAR); y el 63,63% de las especies arbóreas existentes requieren poco riego; sin embargo, existe un mayor número de individuos de especies (60%) que requieren un riego regular como el Tulipán africano, que es la especie que tiene mayor cantidad de individuos en el parque. Esta es una situación preocupante desde el enfoque sensible al agua para el diseño de espacios abiertos, por la exigencia de un mayor consumo de agua, recurso natural que debe planificarse y gestionarse para un suministro y consumo sostenible. El Ficus, otra especie arbórea introducida que es bastante utilizada en Lima por sus características ornamentales, también se encuentra en el parque con un número significativo de individuos, pero que para un crecimiento adecuado necesita de una frecuencia regular de riego.

Es importante anotar, según la Tabla 3, que todas las especies arbóreas existentes tienen un valor ornamental, convirtiéndose en un potencial aprovechable para mejorar el diseño del parque (TV Perú, 2013), así como también, que la mayoría de las especies arbóreas existentes

tiene un follaje denso en su copa, lo que les permite ser unos excelentes reguladores térmicos.

Debido al mediano porte (altura) de las especies arbóreas existentes, se permitiría controlar la escala urbana en un cañón urbano muy abierto como es el Parque Arróspide, proporcionando también grandes zonas de sombra. Sin embargo, el número de árboles existentes también es insuficiente para brindar protección solar al parque. La zona de las bancas, así como de las zonas de recreación pasiva y de ejercicios al aire libre; están desprotegidas de cualquier tipo de cobertura y expuestas a las condiciones climáticas durante todo el año. Es por ello que es necesario aumentar las zonas de sombra en el parque, para mejorar la confortabilidad térmica de sus usuarios al momento del uso del espacio. Este beneficio se puede apreciar en un lado del parque, en la cuadra 2 de la calle Sábilas; donde la Tipa por su ubicación, su altura, radio de copa y densidad de follaje crea un recorrido agradable a la vista y al confort térmico de los usuarios que transitan en el espacio viario.

Tabla 3. Listado con enfoque sostenible de especies arbóreas existentes del Parque Arróspide.

ESPECIES ARBÓREAS	CARACTERIZACIÓN																				
	BIODIVERSIDAD	VALOR ORNAMENTAL			INDICACIONES SOBRE LA VALOR PRODUCTIVO VALOR MEDIOAMBIENTAL	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS				PAISAJE				RIEGO	ICVA	USOS					
		FLORAL	FOLLAR	FOLLAJE		ALTURA (m)	DIÁMETRO (cm)	RAÍZ	DENSIDAD DE FOLLAJE	VELOCIDAD DE CRECIMIENTO	ÉPOCA DE FLOREACIÓN	ÉPOCA DE FLOREACIÓN	PARQUES			MALECONES	CALLEJAS	ASESIDAS	JARDINES	ALICAMBIENTOS	FIBROTEMA (p/m²)
Cañaho	In	●	S		6	4	SP	D	R	A		Δ	-4.60	●						M	
Ficus	In	●	S		3	1.5	SP	D	R	A		▲	-4.26	●	●	●				M	
Jacuranda	N	■	SC		8	7	PR	PD	M	V	V/P	Δ	-4.21	●	●	●				M	
Melia	In	■	C	●	10	7	M	D	R	O	O	Δ	-4.46	●		●				M	
Mimosa	In	■	SC	●	7	4	SP	D	R	A	O/I	Δ	-4.27	●						M	
Molle castaño	N	■	S	●	7	6.5	M	D	R	A		Δ	-4.50	●	●	●		●		M	
Molle serrano	N		S	●	7	6	M	D	M	A	P	Δ	-4.62	●	●	●	●	●		M	
Nispero	In	■	S	●	5	4	PR	D	M	A	I	▲	-4.81	●	●	●	●	●		M	
Palo	In	■	S	●	6	3.3	M	D	R	A	P	▲	-4.83	●						M	
Tipa	In	■	SC	●	10	6	M	D	R	A	V	Δ	-4.99	●		●		●		M	
Tulipán africano	In	■	C	●	12	5.5	PR	M	M	Set-Jul	A	▲	-5.09	●		●				M	

LEYENDA	
In Introdúcida	N Nativa o autóctona
S Siempreverde	SC Semidecidufo
C Caducifolio	M Meliario
PD Poco densa	SP Superficial
	P Primavera
	I Invierno
	R Rápida
	PR Profunda
	V Viento
	O Ocho
	A Todo el año
	Δ Pozo riego
	▲ Riego regular
	D Demo

De otro lado, el Tulipán africano y la Tipa tuvieron el mejor índice de confort, siendo las especies más confortables. Sin embargo, todas las demás especies arbóreas existentes obtuvieron rangos muy similares a las anteriores especies, por lo que también se les puede calificar con el rango de muy confortables, según la valoración de Jiménez. Las altas temperaturas que se registraron hasta casi 32° C en la época de medición de la investigación, los niveles de la humedad relativa

que llegaron hasta casi 80% y que la mayoría de las especies arbóreas tienen una mayor densidad de follaje, permitieron un proceso de evapotranspiración favorable para una reducción significativa de temperatura debajo del árbol hacia la mejora de la confortabilidad térmica.

Los árboles existentes no son suficientes para controlar el espacio difuso que genera el parque en el tejido urbano, debido a su configuración morfológica. Esta situación determina

un mayor y desequilibrado contacto con el componente biótico (áreas verdes y arbolado urbano) y genera que las interacciones sociales sean dispersas y escasas.

El espacio de recorrido del parque está planteado no precisamente para conducir a más espacios de estancia, sino más bien para conectar las calles de ese sector de la urbanización. Crear recorridos peatonales con actividades variadas aumenta la funcionalidad del espacio público. Estos espacios estanciales también son reducidos en el parque limitándose a solo las actividades de sentarse y de practicar ejercicios al aire libre. Las áreas verdes del parque representan el 84,18% de su área total, del cual se puede considerar como potenciales áreas de estancia el 64,07% del área total del parque, por la confortabilidad que brindan a los usuarios. Cuanto mayor sea la superficie de estancia, el espacio público se hace más seguro y atractivo, introduciendo nuevos usos y favoreciendo su habitabilidad. También esta situación favorece la posibilidad de la colocación y agrupamiento de individuos de especies arbóreas.

La ONU (2018) y varios investigadores como Patarkalashvili (2017) y Endreny (2018), entre otros; han estudiado el hecho que la urbanización está en aumento, existiendo un desequilibrio en la relación gris-verde de la ciudad. Una de las afectaciones de este proceso de antropización es la interrupción del paisaje visual del verde urbano con la presencia masiva de postes de alumbrado público y las tendidas de

cables aéreos eléctricos.

Las raíces de los árboles es otra preocupación por los riegos de daños que pueden causar en las áreas que se encuentran plantadas. Sin embargo, las especies arbóreas existentes no representan riesgo a la estructura del parque. El parque tiene áreas verdes amplias donde pueden crecer con normalidad los árboles según las características de sus sistemas radiculares.

La presencia de los árboles en su mayoría siempreverdes permite crear un paisaje de color verde y zonas de sombra durante todo el año. Sin embargo, el número de individuos existentes de árboles urbanos aun no es suficiente para generar una percepción visual del verde urbano en el parque. Solo la cuadra 02 de la calle Sábilas tiene el suficiente número de árboles alineados a la acera para obtener un paisaje verde, cubierto por sus sombras, volviéndolo un tramo de calle agradable para transitar. Este es el ejemplo de cómo disminuir el impacto de la antropización del tejido urbano de la urbanización.

De acuerdo al indicador de la percepción visual del verde urbano de la AEUB, el verde urbano del parque se encuentra muy cerca de cumplir lo mínimo para convertirse en un espacio público visualmente más atractivo. Esto es debido a que todas las especies arbóreas existentes tienen un valor ornamental, sea por la brillantez y color de sus hojas, por la permanencia de las mismas o por el tamaño y color de sus flores. Las flores más vistosas por su tamaño y cantidad en el parque

son las del Tulipán africano y de la Tipa. Luego estaría la Jacaranda por el efecto sombra que producen la caída de sus flores lilas en el piso.

Tras la comparación de sus aportaciones, se recomienda la selección de 5 especies arbóreas xerófitas existentes: la Tipa, el Molle costeño, la Jacaranda, el Molle serrano y la Meliá. Estos componentes naturales optimizarán la permanencia y frecuencia de las actividades de recorrido y estancia en el Parque Arróspide. Cabe anotar que 3 de estas especies, son nativas: el Molle costeño, la Jacaranda y el Molle serrano.

La investigación finalmente comprobó que una adecuada arborización contribuiría a disminuir el proceso de

antropización que está en aumento en la Urbanización Los Recaudadores. El conocimiento de las características y aportaciones fisiológicas, ergonómicas y psicológicas de las especies arbóreas existentes permite una selección con enfoque sostenible y una adecuada ubicación en los espacios de recorrido y de estancia, mejorando el confort térmico, el paisaje visual del espacio y la creación de nuevas y múltiples actividades sociales; aspectos relacionados con la habitabilidad del espacio público (Fig. 5). El beneficio del aumento de la habitabilidad en el espacio público vecinal como es el caso del Parque Arróspide depende de su vegetación, entre otros componentes.



Figura 5. Escenario Posible: Propuesta de arbolado urbano en base al esquema actual del Parque Arróspide.

A pesar de reconocer sus características morfológicas particulares, no se pueden aplicar los mismos tratamientos a parques que incluso si se encuentran en la misma localidad, porque existen otros factores que afectarían el desarrollo de los árboles como el entorno construido, el microclima urbano, dinámicas sociales y políticas, entre otros. Como indicaron Vaz Monteiro *et al.* (2019) en su investigación, un adecuado conocimiento de los árboles urbanos dentro de una área urbana determinada, ayudará a un correcto mantenimiento y monitoreo de los mismos para que puedan resistir estas presiones urbanas y lograr una mayor permanencia en la vida urbana y una mejora de la calidad de vida.

La presente investigación no pretendió sustituir o desmerecer ningún tipo de información relacionada al tema, que la Municipalidad de Lima Metropolitana o cualquier otra institución pública o privada haya realizado. La intención fue crear material complementario e integral sobre lo ya existente, referente para la elección de especies arbóreas bajo las consideraciones de habitabilidad y sostenibilidad. Es un hecho la importancia de los múltiples beneficios que la vegeta-

ción aporta en la salud humana, economía, estética urbana, fauna, etc.; que han sido corroborados por los planificadores urbanos, organizaciones como la Organización Mundial de la Salud, e investigadores como Solomou *et al.* (2019), Donovan (2017), Akay & Önder (2016), Khoshtania & Chachava (2017) y otros. Sin embargo, se invita a seguir con estudios relacionados a las aportaciones de estas y otras especies arbóreas en diferentes puntos de Lima Metropolitana y de otros puntos del país, ya que se cuenta con distintos microclimas debido a las características naturales o edificadas de las ciudades. Es importante conocer esta información detallada, porque permitirá sentar bases sólidas sobre la toma de decisiones en el proceso de planeación, diseño y gestión de espacios públicos a nivel de barrio, ciudad o región. Tanto como urbanistas, arquitectos, biólogos, silvicultores deben estar involucrados en este enfoque de intervención transdisciplinaria, durante todo su proceso. No existen muchas investigaciones relacionadas al tema, en comparación de otras ciudades latinoamericanas como Medellín y México, y países como Reino Unido y Turquía por ejemplo. No es un tema técnico sino metodológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (AEUB). 2011. *Certificación del Urbanismo Ecosistémico*. Barcelona, España. Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.
- Akay, A. & Önder, S. 2016. *Ecological Benefits of Urban Trees*. 2° International Conference on Science Ecology and Technology en España, consultado el 16 de marzo de 2020, https://www.researchgate.net/publication/311651548_Ecological_Benefits_of_Urban_Trees
- CARTIF. 2018. CARTIF: *Comunicación*. Castilla y León: Fundación CARTIF, con-

- sultado el 17 de enero de 2020, <https://www.cartif.com/comunicacion/noticias/item/1341-el-proyecto-urban-green-up-publica-su-cat%C3%A1logo-de-soluciones-basadas-en-la-naturaleza>
- Chang, D. 2015. Habitabilidad peatonal en la franja perimetral de equipamientos metropolitanos públicos: el caso del Parque de las Leyendas. *Investigación Territorios*, 2: 15-28, consultado el 17 de enero de 2020, revistas.pucp.edu.pe/index.php/investigaterritorios/article/download/16084/16508
- Donovan, G. 2017. Including public-health benefits of trees in urban-forestry decision making. *Urban Forestry & Urban Greening*, 22: 120-123, consultado el 16 de marzo de 2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866716303909>
- EC (El Comercio). (2017, 26 de marzo). *Senamhi: calor en Lima continuará hasta mayo*. El Comercio, consultado el 17 de enero de 2020, <https://elcomercio.pe/lima/senamhi-calor-lima-continuara-mayo-408686>
- Endreny, T. 2018. Strategically growing the urban forest will improve our world. *Nature communications*, 9: 1-3 consultado el 16 de marzo de 2020, <https://www.nature.com/articles/s41467-018-03622-0>
- Galvez, A. 2019. *Selección sostenible de árboles urbanos para beneficiar la habitabilidad del espacio público vecinal. Caso: Parque Arróspide, Ate. Año 2018*. Tesis de maestría, Universidad Ricardo Palma, Lima.
- García, M. & Contreras, Y. 2016. *Diseño metodológico para la habitabilidad urbana desde los espacios públicos de estancia. 21° Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México*, consultado el 17 de enero de 2020, <http://ru.iiec.unam.mx/3251/1/249-Garcia-Contreras.pdf>
- Jiménez, O. 2008. Índice de confort de la vegetación. *Revista Nodo*, 3: 49-70, consultado el 17 de enero de 2020, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3396622>
- Khoshtaria, T. & Chachava, N. 2017. The planning of urban Green areas and its protective importance in resort cities (case of Georgian resorts). *Annals of Agrarian Science*, 15: 217-223, consultado el 16 de marzo de 2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1512188717300520>
- Mínguez, E.; Martí, P.; Vera, M. & Meseguer, D. 2013. *Claves para proyectar espacios públicos confortables. Indicador del confort en el espacio público*. Recuperado del sitio de internet de Enrique Mínguez Arquitectos, consultado el 17 de enero de 2020, http://eminguez.com/wp-content/uploads/2013/06/Claves-E.P.-Confortables_WEB.pdf
- MLM (Municipalidad Metropolitana de Lima) (2014). *Ordenanza N° 1852 Ordenanza para la conservación y gestión de áreas verdes en la provincia de Lima. El Peruano*, consultado el 17 de enero de 2020, transparencia.www.munlima.gob.pe/447524129-ordenanza-n-1852
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2018. *ONU HABITAT Por un mejor futuro*. México: ONU-HABITAT, consultado el 17 de enero de 2020, <http://>

- www.onuhabitat.org.mx/index.php/foro-politico-de-alto-nivel-ods-11
- Patarkalashvili, T. 2017. Urban forests and Green spaces of Tbilisi and ecological problems of the city. *Annals of Agrarian Science*, 15: 187-191, consultado el 16 de marzo de 2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S151218871730060X>
- Rodríguez, L. 2011. Análisis de las condiciones que impiden la Plantación de Árboles según los principios de la Silvicultura urbana en el nororiente de Barranquilla. *Revista Módulo 1*: 55-83, consultado el 17 de enero de 2020, http://revistascientificas.cuc.edu.co/index.php/moduloarquitecturacuc/article/view/130/pdf_61
- Solomou, A; Topalidou, E.; Germani, R.; Argiri, A. & Karetos, G. 2019. Importance, utilization and health of Urban Forests: A review. *Not Bot Horti Agrobo*, 47: 10-16, consultado el 16 de marzo de 2020, <https://www.notulaeobotanicae.ro/index.php/nbha/article/view/11316>
- TDAG (Trees & Design Action Group) 2012. *Trees in the Townscape. A guide for decision makers*. Liverpool, Reino Unido. Trees & Design Action Group.
- Tumini, I. 2012. *El microclima urbano en los espacios abiertos. Estudio de casos en Madrid*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- TVPerú (productor). 2013. *Sucedió en el Perú - Parques de Lima*, 25 de abril consultado el 17 de enero de 2020, <https://www.youtube.com/watch?v=o8VKxWurpkQ>
- Vaz Monteiro, M.; Handley, P. & Doick, K. 2019. An insight to the current state and sustainability of urban forests across Great Britain based on i-Tree Eco surveys. *Forestry*, 93: 107-123, consultado el 16 de marzo de 2020, <https://academic.oup.com/forestry/article/93/1/107/5610079>

Received January 22, 2020.

Accepted March 17, 2020.