



# **IMPORTANCIA DE LOS ÁRBOLES EN LA PLANIFICACIÓN DE QUITO, ECUADOR**

*VEGETATION IMPORTANCE ON THE URBAN PLANNING OF QUITO  
CITY, ECUADOR*

***IMPORTÂNCIA DA VEGETAÇÃO NO PLANEJAMENTO DE QUITO,  
EQUADOR***

Recebido em 28/10/2020 Aceito em 05/04/2021.

CÁRDENAS, Zuly Elizabeth Soria<sup>1</sup>  
CORRÊA, Rodrigo Studart<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Católica de Quito, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Brasília, Distrito Federal, Brasil.  
zulycs@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-4567-5859

<sup>2</sup> Universidade de Brasília, Faculdade UnB Planaltina, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Brasília, Distrito Federal, Brasil.  
rscorrea@unb.br  
ORCID: 0000-0002-9422-2629



## Resumen

*Cuando hablamos de isla de calor, las zonas urbanas son más afectadas que las zonas rurales por la influencia de cobertura de suelos en la aparición de islas de calor en ciudades de todo mundo. La infraestructura verde es una herramienta de enfriamiento más efectiva disponible en las ciudades para mitigar los efectos de las islas de calor. En este escenario, Quito es una ciudad con índices de radiación solar muy altos debido a su ubicación geográfica y latitud, este estudio tuvo como objetivo investigar los efectos de la infraestructura verde en la reducción de la exposición al sol y en el nivel de confort de los habitantes de Quito. El estudio se basó en datos de literatura y usó información del parque “El Ejido” en Quito, del trabajo de Guarderas, Cohello y Silva (2016) que usó especies representativas del parque para evaluar el efecto de regulación micro-climática de los árboles urbanos. Resultó que bajo sombra la temperatura disminuye 2oC, la humedad relativa es menor que en el espacio abierto y la intensidad de la luz es casi la mitad que en espacio abierto. Se concluye que la sombra disminuye la radiación solar y los árboles aportan al microclima urbano.*

**Palabras llave:** Árboles, isla de calor, Quito, temperatura, efecto de enfriamiento, radiación.

## Abstract

*When heat island effect is the concern, urban areas are more impacted by this phenomenon than rural and natural landscapes. Land cover greatly influences on the emergence of heat islands, which has expanded in cities across the world. Green infrastructure is one of the most effective cooling tools available in cities for mitigating heat island effects. In this scenario, Quito is a city that experiences a very high solar radiation index due to its geographic location and latitude, and this study aimed to investigate the effects of green infrastructure on sun exposure and comfort level of Quito inhabitants. The study was based on information available in the literature and gathered data of El Ejido park from Guarderas, Cohello and Silva (2016), who used representative tree species of El Ejido park to evaluate their effect on microclimatic regulation. It turned out that under tree shade the temperature under Quito climate conditions decreased 2oC, the relative humidity was lower than in open areas and the intensity of light was almost half that of measured in the open areas. It was concluded that trees contributed to regulate the urban microclimate in Quito.*

**Key-Words:** Trees, heat island, Quito, temperature, cooling effect, radiación.

## Resumo

Áreas urbanas são mais afetadas por ilhas de calor do que as áreas sob uso rural ou cobertura natural. A mudança da cobertura do solo influencia o aparecimento de ilhas de calor nas cidades e a infraestrutura verde é uma ferramenta eficaz de resfriamento disponível nas cidades para mitigar os efeitos das ilhas de calor. Diante desse cenário, Quito é uma cidade com índice de radiação solar muito alto devido à sua localização geográfica e latitude. Este estudo teve como objetivo investigar os efeitos da infraestrutura verde sobre a redução da exposição solar e sobre o nível de conforto dos habitantes de Quito. O estudo se baseou em dados de literatura e usou dados do parque El Ejido, obtidos do trabalho de Guarderas, Cohello e Silva (2016), que utilizaram espécies de árvores representativas do parque para avaliar o efeito de regulação microclimática de árvores urbanas. Os resultados indicaram que à sombra das árvores, sob as condições climáticas de Quito, houve uma redução em 2oC da temperatura do ar, a umidade relativa do ar foi reduzida baixo sombra e da incidência de luz, em relação a áreas abertas diminuiu em 50%. Conclui-se que as árvores contribuem para regulação do microclima urbano em Quito.

**Palavras-Chave:** Árvores, ilha de calor, Quito, temperatura, esfriamento, radiação.



## 1.Introducción

Dentro del contexto mundial sobre el cambio climático inminente, las ciudades se han visto en la necesidad de buscar planes que ayuden a disminuir los efectos del aumento de temperatura en el planeta. Quito no es la excepción. En octubre de 2016 fue sede de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible, Habitat III, cumbre mundial que abre debate único para discutir el importante reto de la planificación y gestión de las ciudades para crear vectores de desarrollo sostenible e implementar nuevos objetivos de desarrollo en el cambio climático (PNUD ECUADOR, Hábitat III, 2016). Las acciones coherentes en función de estos debates por parte de las autoridades se encuentran en estudio ya que según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Quito registra un incremento de 0,9°C en la última década.

La vegetación es el elemento esencial de la estructura verde urbana independientemente de su dimensión y origen, con características visuales propias que generan equilibrio medio ambiental y ecológico (RADICH, MONTEIRO ALVES, 2000). La estructura verde urbana es parte primordial de los tejidos, que, con sus distintas morfologías y niveles de centralidad, las ciudades se organizan, construyen y funcionan (FADIGAS, 2009). En las ciudades la presencia de los elementos naturales dentro del paisaje ayuda a que los procesos de urbanización, rehabilitación y regeneración de los tejidos urbanos consolidados ocurran con bajo nivel de estrés y más respeto a los equilibrios ambientales que aportan a la sostenibilidad urbana (FADIGAS, 2009).

La ciudad de Quito, ubicada en la Cordillera de los Andes, en la época precolombina, era un punto estratégico casi nada urbanizado, abrazado por bosques, humedales y montañas. El crecimiento de este asentamiento fue incrementándose a medida que sus habitantes lo necesitaban (POLO; PAREDES, 2014). La falta de planificación oportuna respecto al crecimiento de la población, ha provocado el crecimiento desordenado y densificado de la ciudad a lo largo de los años, razón por la cual los bosques nativos se han visto afectados y los árboles y vegetación dentro de la ciudad consolidada ha ido perdiendo protagonismo.

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito está en busca de tener una planificación articulada que permita desarrollar una ciudad inclusiva, segura, resiliente y próspera que aporte al área urbana, residencial, comercial, industrial, de servicios y áreas verdes de uso público y privado de manera que se reduzcan los impactos ambientales mejorando la calidad de vida de los ciudadanos (MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, Atlas ambiental, 2016).

Los espacios verdes urbanos incluyen a parques y jardines urbanos, públicos y privados; en la actualidad dentro de la zona urbanizada de Quito tenemos 14 parques metropolitanos que proveen a los ciudadanos de espacios abiertos con vegetación para la recreación. Los parques abarcan varias especies arbóreas que han sido consideradas patrimoniales y su conservación es vital para el ecosistema natural de Quito. Por su condición orográfica tiene áreas naturales remanentes de conservación, zonas boscosas de laderas, cursos de agua que por sus dimensiones podrían ser intervenidos aplicando criterios de reforestación (PMOT, 2015 apud SECRETARIA DE TERRITORIO, HABITAT Y VIVIENDA, Red Verde Urbana, 2014). La Red Verde Urbana (RVU), proyecto del municipio de la ciudad, pretende conectar estas zonas boscosas y parques, dentro de toda la ciudad, por medio de corredores verdes.

Este artículo busca ubicar a Quito como una ciudad idónea para disminuir el aumento de la temperatura ambiente incrementando el uso de árboles en sus áreas verdes urbanas. Partiendo del hecho de que por su ubicación geográfica se encuentra expuesta a un índice extremo de radiación solar.

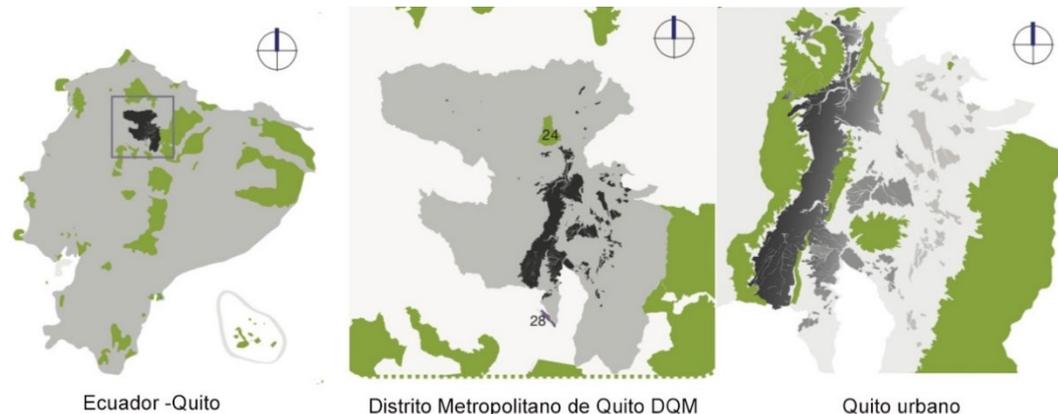
En base a la recopilación de datos de un estudio (en el Parque El Ejido de Quito en el año 2016) se comprueba el efecto de la presencia de los árboles urbanos en la regulación del microclima de la ciudad y su interacción con el medio ambiente. Por otro lado, al abarcar datos de otro estudio (en diferentes ciudades del mundo en el año 2019) que examina los efectos de enfriamiento de espacios verdes urbanos en diferentes ciudades, con realidades distintas a Quito, podríamos afirmar que la presencia de la vegetación arbórea en mayor cantidad **siempre** va a presentar gran beneficio al medio ambiente, por lo tanto, sirve de referencia para ratificar la importancia del uso de más árboles en la planificación de Quito.

## 2. Desarrollo

### 2.1. Antecedentes de Quito

Quito, capital de Ecuador, está atravesada por el paralelo 0°, lo que la convierte en la mitad del mundo. Es una ciudad que se ha ido desarrollando de forma longitudinal a lo largo de los años entre montañas. En el lado occidental está el volcán Pichincha y en lado oriental la cadena montañosa de los Andes (Ver figura 1).

Figura 1: Mapas del Ecuador y ubicación de Quito.



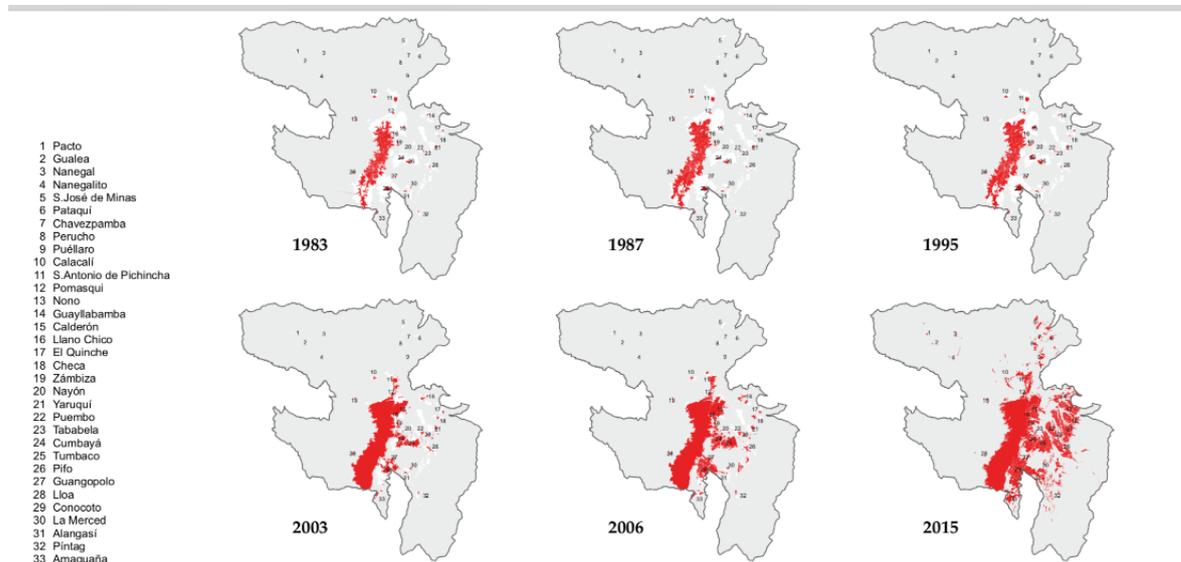
Fuente: Red Verde Urbana, 2014.

En 27 años entre 1986 y 2013 se perdieron 29.320 ha. de cobertura boscosa, a un promedio de 1.570 ha/año. El modelo de crecimiento urbano y de la frontera agropecuaria, la tala de árboles ilegal y los incendios forestales fueron los causantes de esta pérdida. Esta afectación sin duda repercute directamente a los hábitats y ecosistemas; fragmentándolos, deteriorando la cobertura vegetal, extinguiendo especies de flora y fauna silvestre, destruyendo la estructura de los bosques nativos y los servicios ambientales que se ofrecen a la población del DMQ. Este distrito, es uno de los más poblados del país por lo tanto las actividades de sus habitantes, la quema de combustibles fósiles y el cambio de uso de suelo emiten una gran cantidad de gases de efecto invernadero GEIs. (MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, Plan ambiental distrital, 2015).

Entre 1962 y 1980, el área urbana de Quito creció en un 500% (CASTILLO, 2012 apud, DURAN; MARTI; MERIDA, 2016) en estos años no solo se dio una expansión del suelo que supera el crecimiento demográfico, sino también un desarrollo sobre la especulación del suelo (SANTILLÁN, 2015, apud DURAN; MARTI; MERIDA, 2016). La principal evidencia es que durante esta expansión geográfica más del 50% del suelo urbano estuvo declarado vacante. Demostrando, que la súbita expansión no correspondió a una escasez del espacio dentro de la ciudad para la creciente población; sino que fue provocado por el afán de ganancia de plusvalía a través de la especulación (SANTILLÁN, 2015 p.104, apud DURAN; MARTI; MERIDA, 2016). La expansión urbana fue abarcando cada vez más territorio

hasta que los límites geográficos y los intereses de suelos impulsaron a que la ciudad crezca hacia los valles aledaños (parroquias rurales) (Ver figura 2).

**Figura 2:** Crecimiento de la mancha urbana de DMQ.



Fuente: Atlas Ambiental, 2016.

El Plan General de Desarrollo Territorial de 2006 dentro del Plan Equinoccio 21, fortaleció el modelo de crecimiento físico urbano hacia una ciudad compacta (SECRETARIA DE TERRITORIO, HABITAT Y VIVIENDA, Red Verde Urbana, 2014). De tal forma que, muchas de las nuevas edificaciones, están reemplazando casas de dos plantas por edificios de 12, 13, 14 y hasta 20 pisos de altura. En el centro-norte de la ciudad, estos proyectos buscan optimizar al máximo el suelo para su rentabilidad económica sacrificando árboles. Por otro lado, en el sur de la ciudad se construyen casas de menor escala, adosadas y extremadamente densificadas. Estos dos escenarios no aportan para tener espacios públicos de calidad.

A mayor densificación, mayor infraestructura, más servicios, más calles y avenidas para abastecer a la movilidad urbana y sobre todo el impacto ambiental multiplicado y casi nada tomado en cuenta.

## 2.2. Orografía y clima

El Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) tiene un total de 423.074 ha. distribuidas entre los 500 y 4.750 msnm. Este gran desnivel forma parte de la hoya del Guayllabamba que contiene diversidad de valles y montañas que inciden directamente en los diferentes tipos de climas: húmedo tropical, en la bioregión del Chocó; semi-seco en los valles interandinos; hiper-húmedo en las estribaciones de montaña y páramos de las cordilleras Occidental y Real de los Andes. La fusión de geoformas y climas permiten la existencia de ecosistemas y hábitats propios del sector, bosques húmedos al occidente de la ciudad de Quito, que superan las 120.000 ha. Arbustos y bosques secos en un área de 47.000 ha., vegetación arbustiva húmeda, distribuidas en quebradas y áreas intervenidas en un área de 45.000 ha. y páramos de los más altos del mundo desde los 3.600 msnm. en una superficie de 45.000 ha. (MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, Atlas ambiental, 2016).

El DMQ está en una zona ecuatorial templada con 75% de humedad relativa y una temperatura promedio de 14,78°C (PNUMA et al, 2011). La influencia de los vientos aislados provoca precipitaciones casi todo el año, sin embargo, hay una marcada variación ya que hay zonas con precipitaciones inferiores a los

400 mm/año y otras con precipitaciones mayores a 4.500 mm/año. Se ha evidenciado, en los últimos 30 años, un cambio climático en el aumento de la temperatura y en la distribución e intensidad de las precipitaciones. Con la temperatura media anual histórica se hizo una proyección al 2050, ver figura.

**Figura 3:** Tabla de climas proyectados a 2050 del Distrito Metropolitano de Quito

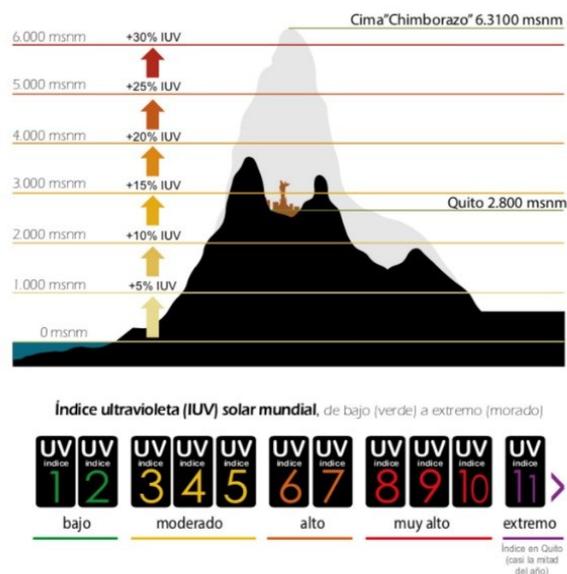
CLIMA	Precipitación (mm agua lluvia)	Temperatura (Centígrados °C)	Geoforma, Pendiente	Rango de altura (msnm)
Montano muy húmedo	entre 2.000 a 3.000 mm	entre 8 y 19 °C	Geoforma: Montano Pendiente: Abrupta	Entre 1.200 a 3.700
Montano húmedo	entre 1.000 a 2.000 mm	entre 8 y 14 °C	Geoforma: Montano encañonado Pendiente: Abrupta	Entre 1.800 a 1.200
Montano semihúmedo	entre 1.000 a 2.000 mm	entre 8 y 13 °C	Geoforma: Montano ladera Pendiente: Abrupta a moderada	Entre 1.800 a 1.200
Montano semiseco	entre 1.000 a 2.000 mm	entre 14 y 16 °C	Geoforma: Montano ladera Pendiente: Moderada	Entre 3.600 a 2.700
Montano seco	entre 500 a 1.000 mm	entre 8 y 18 °C	Geoforma: Montano colinado Pendiente: Moderada a suave	Entre 2.700 a 2.200
Montano muy seco	menor a 500 mm	mayor o igual a 13 °C	Geoforma: Valle interandino Pendiente: Suave	Entre 2.800 a 1.600
Páramo muy húmedo	mayor a 2.000 mm	menor o igual a 7 °C	Geoforma: Montano Pendiente: Moderada	Entre 4.400 a 3.600
Páramo semihúmedo	entre 1.000 a 2.000 mm	menor o igual a 7 °C	Geoforma: Montano Pendiente: Moderada	Entre 4.800 a 3.600
Páramo húmedo	menor a 1.000 mm	menor o igual a 7 °C	Geoforma: Montano Pendiente: Moderada	Entre 4.300 a 3.600
Tropical	entre 2.000 a 3.000 mm	mayor o igual a 20 °C	Geoforma: Pie montano encañonado Pendiente: Moderada	Entre 1.400 a 1.000
Tropical muy húmedo	mayor a 3.000 mm	mayor o igual a 18 °C	Geoforma: Pie montano colinado Pendiente: Moderado a suave	Entre 1.000 a 500

Fuente: Atlas ambiental, 2016.

El área urbana consolidada, es decir la ciudad de Quito, se encuentra a 2.800 msnm, su geografía es irregular llena de quebradas. Su temperatura promedio mensual es de 13,7oC, variando entre 7oC como la más baja y 21 oC como la más alta (al medio día). Presenta dos épocas marcadas por las precipitaciones, la estación seca (4 meses de junio a septiembre) y la estación lluviosa (8 meses de octubre a mayo). La precipitación media es de 11.000 mm. al año.

Quito es la décima tercera ciudad más alta del mundo con más de 1.000.000 de habitantes, es la única ciudad localizada en el paralelo 0 grados, por lo tanto, se convierte **en la ciudad con mayor intensidad de radiación solar en el mundo** (MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, Atlas ambiental, 2016). A pesar de esta condición no presenta calores extremos en el transcurso del año.

**Figura 4:** Índice ultravioleta (msnm).

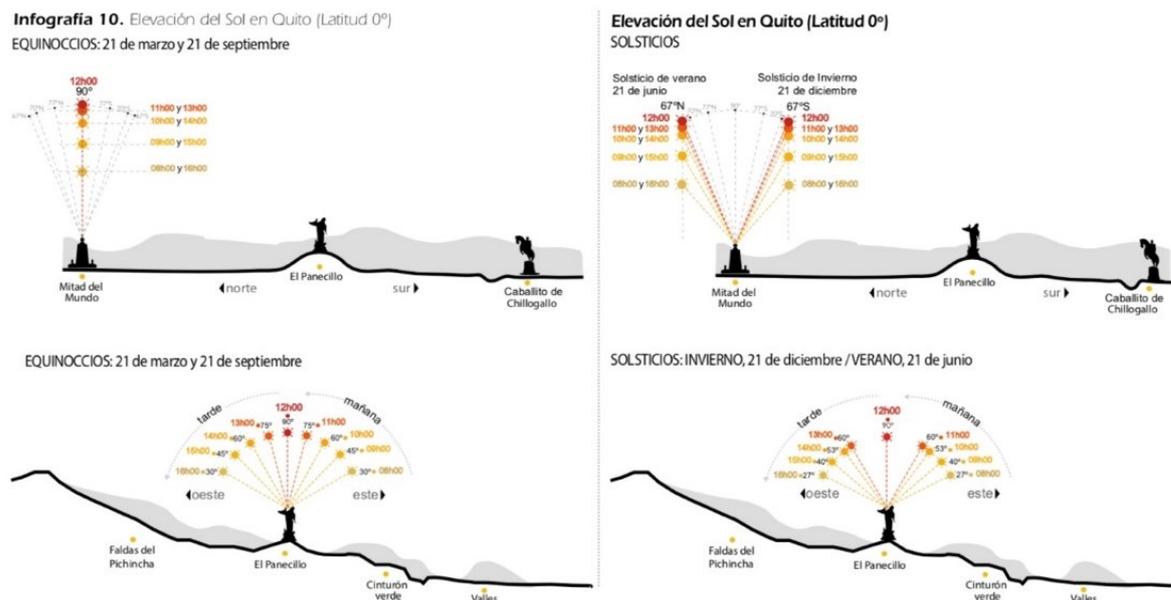


Fuente: Atlas ambiental, 2016.

En la figura 4, se muestra claramente la incidencia solar y radiación que recibe la ciudad por su ubicación y altitud geográfica. Cada 1.000 metros se aumenta 5% de radiaciones ultravioleta. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el índice de radiación ultravioleta (IUV) extremo es superior o igual a 11. Basados en un estudio realizado por la Secretaría de Ambiente, se demuestra que el 45,20% del año, los habitantes de Quito se encuentran expuestos a niveles extremos de variación UV.

En los cortes, a continuación (figura 5), se muestra como varían los ángulos de coronación del sol respecto a los equinoccios y solsticios en la ciudad. Cuando ocurren los equinoccios hay menor superficie de sombreado generado por edificaciones verticales sobre el espacio público ya que el ángulo de coronación es de 90°. Y en los solsticios hay mayor superficie de sombreado sobre el espacio público, sobre todo proyectada desde la fachada norte o sur. En el caso de solsticio de invierno el ángulo de coronación es de 67° para el norte y el sur. (MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, Atlas ambiental, 2016).

Figura 5: Elevación del sol de Quito (Latitud 0°).

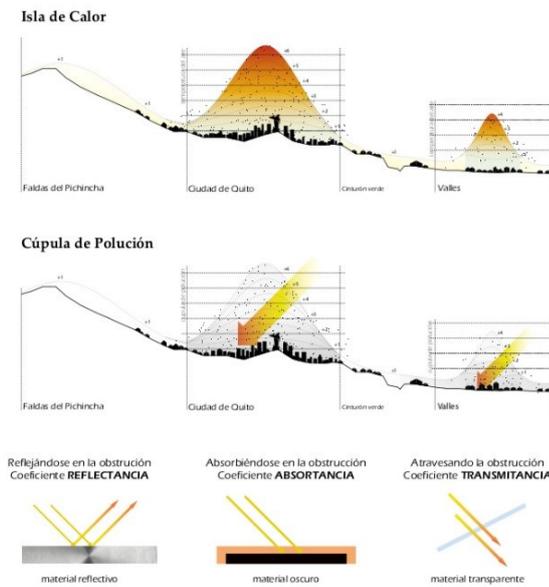


Fuente: Atlas ambiental, 2016.

Se habla de tres alteraciones provocadas por la urbanización. La primera, la impermeabilización del suelo por la densificación de la tierra y pavimentos (aumenta la capacidad térmica y rugosidad, lo que al mismo tiempo altera el movimiento del aire). Segundo, el aumento de la capacidad almacenadora de calor con la disminución de albedo; y tercera, la contaminación en aumento que provoca más precipitaciones y modifican la transparencia de la atmosfera (DETWYLER, 1974 apud ROMERO, 2000, P.14). Estas tres alteraciones unidas al flujo de materia de energía o radiación producen un balance térmico especial en los centros urbanos, que es visible como domo urbano. Tiene una circulación de aire típica haciendo que la ciudad parezca una isla caliente rodeada por un entorno más frío, este efecto se lo conoce como "Islas de calor" (ROMERO, 2000).

A más contaminación, más aumento de temperatura razón por la cual en las áreas urbanas el aumento de temperatura varía de 1°C a 4°C con respecto a las áreas rurales.

**Figura 6:** Isla de calor en Quito.



Fuente: Atlas ambiental, 2016.

### 2.3 Vientos y permeabilidad

Los flujos de aire dentro de las ciudades tienden a ser más turbulentos que en el campo, ya que la vegetación al mantener una postura flexible frente al viento, evita presiones indeseables que usualmente provocan el incremento de la velocidad del aire (ver figura 7). A esto se suman las condiciones topográficas de la superficie terrestre y el tipo de edificaciones de la ciudad (MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, Atlas ambiental, 2016).

**Figura 7:** Flujo de vientos en Quito.



Fuente: Atlas ambiental, 2016.

La vegetación puede ser una barrera natural para contener y desviar vientos. Para su uso adecuado y estratégico es preciso saber la dirección del viento dominante y su velocidad. En la escala de vientos de Beaufort 10 m/s, genera disconfort en el peatón. En Quito los vientos constantes se producen entre las 17h30 a 8h30 (MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, Atlas ambiental, 2016).

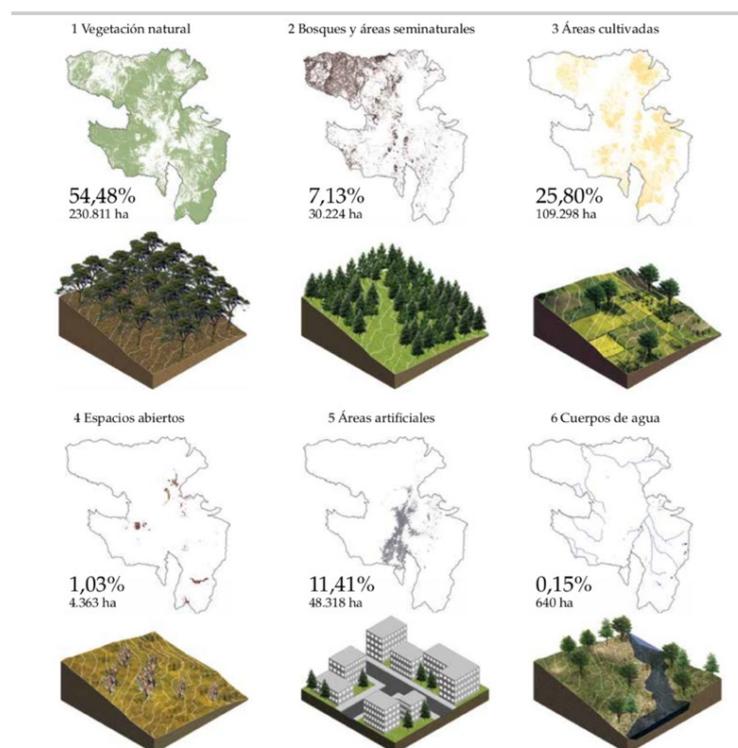
La permeabilidad se refiere a la capacidad de infiltración del agua, a mayor permeabilidad mayor infiltración; a mayor impermeabilidad, mayor escorrentía. Por lo tanto, en las ciudades los ciclos de agua se ven afectados por la impermeabilización de las superficies, provocando la imposibilidad de recargas de acuíferos subterráneos, aumenta la escorrentía superficial del agua provocando inundaciones, incremento de la isla de calor y deslaves. Para evitar que el sistema de alcantarillado colapse, lo óptimo es mantener capas vegetales permeables. Los árboles grandes tienen un efecto freno sobre la lluvia en

laderas, ayudan a disminuir la erosión del suelo, por consecuencia a impedir deslaves. Quito, por las laderas del volcán Pichincha, ha sido vulnerable a fenómenos hidro-morfológicos, es decir, lluvias torrenciales, inundaciones, flujos de lodo y movimientos en masa desde 1970. Mantener árboles, arbustos y rastreras en las laderas de la ciudad ayuda mucho a disminuir la escorrentía de agua, para evitar que la ciudad colapse, aumentando las inundaciones con el agua proveniente de las laderas. Por otro lado, Quito se localiza en las laderas de uno de los puntos de origen del ciclo del agua, por esta razón la recarga de los acuíferos subterráneos es muy importante. (MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, Atlas ambiental, 2016).

## 2.4 Vegetación

De acuerdo con el sistema de clasificación realizado por Nature Serve, hay 17 ecosistemas encontrados en el DMQ. Aquellos remanentes vegetales con mayor cobertura se encuentran en el noroccidente del distrito y corresponden a los montanos pluviales de Los Andes del norte con 44.028 ha. (10,39%), los bosques altimontanos norandinos con 35.071 ha. (8,28%); mientras que en los valles interandinos están los arbustales montanos de los Andes del norte con 36.641 ha. (8,65%) y los arbustales secos interandinos con 29.065 ha. (6,86%). Y en las zonas de alta montaña predominan los pajonales altimontanos y montanos con 44.326 ha. (10,46%). De los sistemas ecológicos, 8 corresponden a formaciones de bosques, 3 a arbustos y 6 a herba-zales (MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, Atlas ambiental, 2016).

**Figura 8:** Cobertura vegetal en el DMQ.



Fuente: Atlas ambiental, 2016.

En las parroquias rurales del noroccidente la existencia de microclimas y nichos ecológicos abarcan una diversidad biológica excepcional en el mundo. Las áreas boscosas muestran un decrecimiento por deforestación, las áreas boscosas deben garantizar el mantenimiento de poblaciones de especies de árboles patrimoniales y su biodiversidad asociada (POLO, PAREDES, 2018).

### 2.4.1 Árboles



Como parte del proceso evolutivo aparecieron los árboles hace más de 250 millones de años. Se han diversificado de manera extraordinaria y se han adaptado a paisajes y latitudes del planeta. Una de las razones más importantes para agradecer la presencia de los árboles en los ecosistemas es el proceso de fotosíntesis, producen oxígeno y esto hace posible la vida de seres humanos y animales. A lo largo de la historia se los ha usado como refugio, fuente de aliento, material para construir casas, naves, armas, instrumentos de arte, etc. Su existencia ha acompañado la evolución de los conjuntos de viviendas, aldeas, villas, ciudades y hasta megalópolis (POLO, PAREDES, 2018). Con las construcciones de las grandes ciudades se han visto desterrados para satisfacer necesidades de la vida humana, numerosas viviendas, grandes industrias, lugares de esparcimiento impermeabilizados y grises. El ser humano se ha dado cuenta que nuestra psiquis necesita del colorido de los árboles, nuestra salud en gran medida depende de la presencia de ellos. Los bosques regulan el ciclo del agua, purifican el aire y previenen riesgos. Reemplazando árboles por cemento, asfalto y plástico prácticamente dejaremos de existir (POLO, PAREDES, 2018).

*“Quito a los pies del volcán Pichincha, fue un espacio apenas urbanizado: una pequeña aldea sagrada y rodeada de frondosas selvas andinas, atravesadas por los culuncos y salpicada de humedades.” (ANTIGUOS CRONISTAS, Los árboles patrimoniales de DMQ, 2018).*

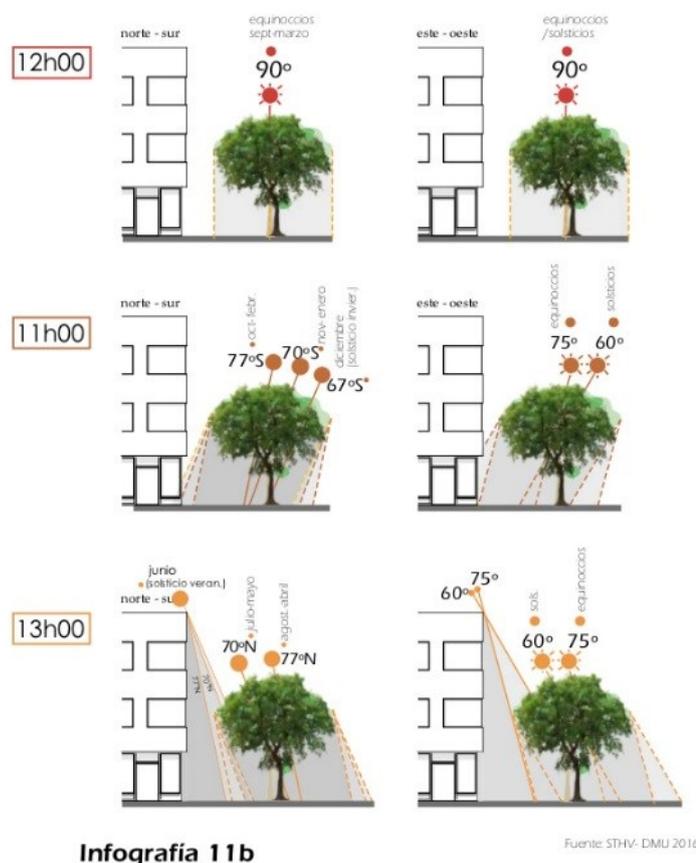
La variedad de microclimas de Quito, lo vuelven un sitio óptimo para el constante crecimiento de árboles (en Quito se ha valorado más a especies foráneas sobre las nativas). Algunas especies foráneas, dejan de experimentar el período de latencia como lo hacen en época de invierno en sus hábitats propios. Sin embargo, como comunidad no explotamos este entorno con condiciones inéditas y favorables para los árboles (POLO, PAREDES, 2018).

La falta de cultura ambiental provoca que las instituciones que intervienen en los parques públicos agredan a los árboles de la urbe sobreestimando su resiliencia y condiciones idóneas de crecimiento. Existe un desconocimiento de técnicas, procesos biológicos, métodos idóneos y herramientas apropiadas para tratar a los árboles lo que evidencia una gran pérdida del Patrimonio Natural (MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, Plan ambiental distrital, 2015). El clima y contaminación son también factores que vulneran a los árboles, por lo tanto, sus características deben ayudar a superar estos factores de estrés. Para sembrar los árboles como mínimo deben alcanzar los 2,50 m de altura y el tronco con un diámetro de la altura del pecho (PAD) de 5 cm. La especie deberá presentar ahusamiento natural en su tronco, disposición correcta de las ramas, copa bien proyectada de acuerdo con las características de su especie, ápices intactos. Se priorizan especies de copas anchas para generar sombra y conseguir microclimas favorables en Quito y reducir la radiación sobre los peatones en especial en horarios de mayor exposición (POLO, PAREDES, 2018).

La vegetación ayuda en la disminución de la temperatura ambiental, absorbe energía, favorece en la manutención del ciclo de oxígeno – gas carbono esencial para la renovación del aire. Gran parte de la energía es absorbida por las hojas, la usa para su proceso metabólico y no la transforma en calor (ROMERO, 2000).

Las áreas protegidas metropolitanas incrementaron desde el año 2011 en el DMQ. Se ha planteado que hasta el año 2022, más del 70% del territorio de DMQ incluya áreas protegidas. Con la Ordenanza Municipal N213, se han incrementado más áreas verdes en el DMQ contando hasta el año 2015 con más de 14.900 ha. lo que nos da un promedio de 20,9 m<sup>2</sup> de verde per capita por habitante.

**Figura 9:** Sombreamiento de árboles respecto a equinoccios y solsticios.



Fuente: Atlas ambiental, 2016.

### 3. Metodología

El objetivo principal de este artículo es demostrar la importancia y beneficios que brindan los árboles dentro del contexto bioclimático urbano de Quito, por ende, ubicarlos como elemento indispensable dentro de la planificación urbana de la ciudad. Basándonos en información obtenida de la investigación teórica de estudios previamente realizados en Quito y en otras ciudades del mundo, podemos constatar con datos ciertos los resultados benéficos de los árboles y vegetación dentro de varios y distintos contextos urbanos. Resultados en los cuales nos apoyamos para sustentar la finalidad de este artículo.

El principal estudio, es en el parque El Ejido de la ciudad de Quito que evaluó el efecto de regulación microclimática de árboles urbanos, en 2016 por Guarderas, Cohello y Silva. El estudio usó a las especies más representativas dentro del parque. Las variables ambientales, temperatura (T), humedad relativa (Hr) e intensidad de la luz (IL) se obtuvieron entre marzo y abril del 2016 entre las 11H00 y 14H00 (horas de mayor intensidad lumínica). Se usaron los sensores HOBO Data loggers U23-001y UA-002-64 instalados a 1,5 m sobre el suelo bajo sombra y espacios abiertos, en intervalos de 10 minutos para registrar valores promedio diarios, máximos y mínimos. Para poder comparar el efecto de la sombra de árboles vs. espacios abiertos dentro del parque, sobre las variables mencionadas se usaron pruebas estadísticas U Mann-Whitney. Y para evaluar si las especies presentaron diferencias sobre el efecto

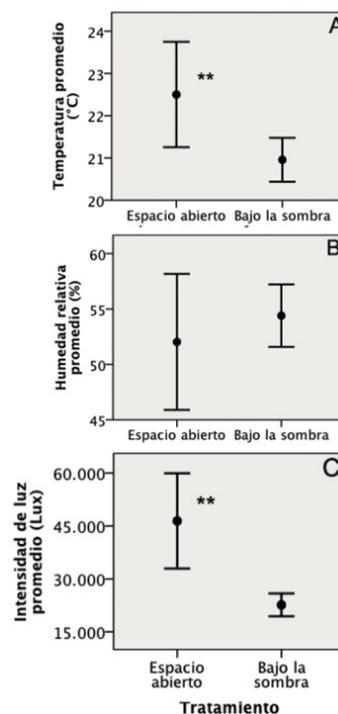
microclimático de la sombra de los árboles, se usaron las pruebas no paramétricas Kruskal Wallis (GUARDERAS, COHELLO, SILVA, 2016).

#### 4.Resultados

El parque El Ejido está **ubicado en 0°12'32.58" S, 78°29'55.05" O**, a las afueras del centro histórico del área urbana de la ciudad, entre las avenidas: Patria (norte), 10 de agosto (occidente), 6 de diciembre (oriente) y Tarqui (sur).

La figura 10 expresa el efecto de la sombra de los árboles en oposición a la radiación directa en los espacios abiertos del parque, determinando las variables: temperatura, humedad relativa e intensidad de luz. Se obtuvo una diferencia estadística significativa (U Mann-Whitney  $p = 0,06$ ) de 1, 55°C en la temperatura promedio ambiental. Bajo sombra de los árboles el resultado promedio fue de 20,96°C y 22,50°C registrado en el espacio abierto. En relación a la intensidad lumínica, también hay diferencia significativa, (U Mann-Whitney  $p = 0,01$ ). La humedad relativa es más baja bajo la sombra de los árboles, más no hay una diferencia fuerte en referencia a la humedad relativa medida en los espacios abiertos del parque (GUARDERAS, COHELLO, SILVA, 2016).

**Figura 10:** Efecto de la sombra de los árboles en la temperatura, humedad relativa e intensidad de luz promedio en comparación con la influencia directa de la radiación solar sobre los espacios abiertos en el Parque El Ejido. Las barras son el 95% de intervalo de confianza para la media.



Fuente: Paulina Guarderas, Marcela Coello y Xavier Silva – Quito 2016

En la figura 11 se muestra las variables climáticas mínimas y máximas con respecto al espacio abierto y al espacio sombreado por árboles. En la temperatura máxima se registra una diferencia aproximada de 2°C entre sombra y espacio abierto. La intensidad de la luz máxima en espacio abierto fue casi el doble que bajo sombra. En los valores mínimos de las tres variables no hubo diferencias significativas, en las dos instancias de espacio abierto y bajo sombra de árboles. Con la variable de humedad relativa no hubo

diferencias relevantes entre los promedios máximos y mínimos, tanto bajo sombra como en espacios abiertos (GUARDERAS, COHELLO, SILVA, 2016).

El estudio contempló a las especies arbóreas más predominantes del parque siendo la mayoría árboles introducidos. Al examinar las variables climáticas entre las distintas especies se aprecia que el Ciprés, Platán y Acacia ayudan de forma diferencial a la regulación térmica del ambiente. Estas diferencias interespecíficas, en relación las variables de temperaturas máximas e intensidad lumínica promedio y máxima son muy consistentes y muestran diferencias estadísticas de relevancia (Kruskal Wa-llis  $p < 0,001$ ).

La temperatura máxima en el espacio abierto fue de 25,4°C a comparación con la variación de las distintas especies, de 22,3°C a 24,6°C. La intensidad lumínica promedio fue de 6.400 lux en los espacios abiertos y en la variación de las especies de árboles de 14.000 lux y 31.000 lux. En caso de la temperatura promedio, no hubo diferencias estadísticas significativas. En el espacio abierto fue de 22,5°C y bajo sombra de distintas especies estuvo entre 20,5 y 21,9 °C. Sobre la humedad relativa en el espacio abierto de las distintas especies hay mayor humedad relativa, que, bajo la sombra, sin llegar a ser valores significativos. Los árboles con mayor humedad relativa son el sauce con 56% y el ciprés con 55%.

**Figura 11:** Efecto de la sombra de los árboles en el parque El Ejido sobre variables climáticas (mínimas y máximas). LI = Límite inferior y LS = Límite superior del intervalo de confianza; \*\* = variables que presentan diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Variable	N	Media	Intervalo de confianza para la media al 95%		
			LI	LS	
Temperatura máxima **	Espacio abierto	20	25,43	24,15	26,71
	Debajo de la sombra	60	23,59	22,99	24,18
Temperatura mínima	Espacio abierto	20	19,44	17,94	20,95
	Debajo de la sombra	60	18,82	18,11	19,53
Intensidad de luz máxima **	Espacio abierto	20	106029,06	71994,32	140063,79
	Debajo de la sombra	60	55657,55	43103,03	68212,07
Intensidad de luz mínima **	Espacio abierto	20	12291,12	8084,22	16498,01
	Debajo de la sombra	60	8089,50	6403,83	9775,16
Humedad relativa máxima	Espacio abierto	20	63,16	55,04	71,29
	Debajo de la sombra	60	64,11	60,41	67,82
Humedad relativa mínima	Espacio abierto	20	42,16	37,61	46,72
	Debajo de la sombra	60	44,99	42,82	47,17

Fuente: Paulina Guarderas, Marcela Coello y Xavier Silva – Quito 2016

## 5. Discusión



Las Naciones Unidas pronostica un incremento de población muy significativo para el 2050, afirman que la población urbana mundial aumentará un 66%, lo que quiere decir que habrá 2.500 millones más de personas en las zonas urbanas del mundo. La isla de calor urbano (*Urban Heat Island- UHI*) es uno de los efectos más indeseables y perjudiciales para el cambio climático, siendo el resultado del almacenamiento de radiación solar en los ambientes artificiales e impermeabilizados (DAVTALAB, DEYHIMI, DESSI, REZA HAFEZI, ADIB, 2020).

En el urbanismo los árboles tienen distintos usos, como decoración, determinar el ambiente físico inmediato, pantalla visual y acústica, barrera para vientos, lluvias y sol (LOPEZ, ROSET, GULKAURIS, 2017). El uso de árboles para mitigar la radiación, disminuir efecto invernadero, ayudar a la regulación térmica ambiental, es un tema muy estudiado en algunos contextos internacionales, sin embargo, en Quito son escasos los estudios que proporcionen información eficaz para aplicarla en la planificación urbana. Con estas inquietudes, la investigación pretende recopilar información que sustente el rol de los árboles en las áreas verdes urbanas en la regulación de los micro climas en Quito y de la misma forma presentar información de estudios varios de distintas ciudades para comprobar el beneficio la presencia de los árboles en espacios públicos de gran escala.

En el estudio realizado en el parque El Ejido se obtuvo 1,5°C menos en la temperatura promedio ambiental entre la zona expuesta al sol y la zona bajo la sombra de los árboles, es un valor significativo que brinda confort y frescura durante las 5 horas de mayor exposición a la radiación, en este período se recibe el 80% del IUV diario en Quito. Según Romero (2011), la vegetación no absorbe toda la radiación solar recibida, una parte es reflejada, otra es absorbida (volviendo al árbol fisiológicamente eficaz) y lo restante es irradiado de vuelta a la atmósfera. De este modo, la ganancia de calor solar se divide en: 30% reflejado, 50% absorbido y el 20% enviado de vuelta para el medio ambiente (CANTUÁRIA, 1995 apud ROMERO, 2011, p.86). Las áreas sombreadas por árboles son las más efectivas para disminuir las variables de la temperatura porque disminuyen el calentamiento del suelo por la radiación directa del sol incluyendo el efecto de la temperatura del aire en espacios cercanos, así como el efecto de la humidificación del aire (ROMERO, 2011).

En cuanto a la humedad relativa, bajo sombra se registra un incremento en los valores obtenidos, pero en las áreas expuestas abiertas no se obtiene mayor diferencia. Sin embargo, la humedad relativa baja paulatinamente desde la mañana, hacia el mediodía y aumenta en horas de la tarde cuando la radiación solar declina y la temperatura disminuye. La transpiración, radiación solar y temperatura aumentan paralelamente hasta después del mediodía y conforme aumenta la humedad relativa, estos van disminuyendo (ECU RED, 2012). La incidencia del viento sobre la absorción reduce las diferencias de la temperatura del aire y la humedad relativa entre las áreas sombreadas y las áreas expuestas al sol, comprobando el papel importante del sombreado de árboles en el microclima urbano y de la misma manera la mejora de condiciones ambientales para el hombre. Pero hay que tomar en cuenta que el impacto climático es nulo cuando los árboles están aislados o frente a edificios (ROMERO, 2011).

El Ejido es la casa de 1.470 especies de plantas, es el parque con mayor concentración de arbolado patrimonial, pero la gran mayoría son especies importadas como, por ejemplo: Plantán, Sauce y Acacia. En este estudio determinó que son las especies que más contribuyen a la regulación climática. En los parques urbanos de latitudes templadas el uso del Plantán es muy frecuente ya que es una especie con tolerancia a la contaminación y compactación del suelo, genera sombra, regula la temperatura y humedad del ambiente (GUARDERAS, COHELLO, SILVA, 2016). La velocidad del enfriamiento por medio del sombreado depende del tipo y la densidad de la vegetación, la geometría de las áreas urbanizadas, el albedo y la carga de tráfico cercana (SHASUA-BAR; HOFFMAN, 2004). Cada especie tiene un patrón de comportamiento de acuerdo a su procedencia y condiciones fisiológicas, las especies que generalmente tienen mayor índice de evapotranspiración son aquellas de hojas anchas por lo que



requieren mayor cantidad de agua (POLO, 2016). En Quito al tener un clima templado y altos niveles de biodiversidad las especies exóticas se adaptan al clima y condiciones del suelo rápidamente, es un sitio ideal para el crecimiento de árboles, no obstante, en algunos casos las especies experimentan cambios en su comportamiento como es el caso de las Acacias y el Eucalipto que al venir de suelos áridos y estar adaptados para aprovechar toda el agua disponible, cuando reciben grandes cantidades de agua, sufren crecimientos explosivos que generan troncos de madera frágil propensos a fracturas (POLO, 2016).

De las especies estudiadas, solamente el Aliso y el Yaloman son propias de ecosistemas andinos, pero como su siembra ha sido reciente los índices reflejados no superan a los proporcionados por las especies importadas. En el ideal del árbol urbano, se quiere que sean durables, que crezcan saludables en el ambiente urbano, posean índices de área foliar grandes para agrandar el efecto de sombra, intercambiar calor latente y depositar los contaminantes (GUARDERAS, COHELLO, SILVA, 2016).

Los resultados obtenidos de este estudio son una muestra de lo que los árboles pueden aportar en la regulación térmica de la ciudad y reducir la exposición a la radiación solar excesiva diurna, así, el aumento de vegetación en los parques existentes y nuevas planificaciones suponen un espacio verde urbano eficiente. La reestructuración de la Red Verde Urbana busca asegurar un modelo de desarrollo integral urbano ecológico usando los recursos existentes geográficos, ecológicos y paisajísticos para vincular la parte urbana con la parte natural de la ciudad de Quito (montaña, río, quebrada y espacio público recuperado) así se cuida los hábitats ecológicos, se disminuye el impacto negativo ambiental en los hábitats cercanos al suelo urbano/urbanizable (SECRETARIA DE TERRITORIO, HABITAT Y VIVIENDA, Red Verde Urbana, 2014)

El espacio verde urbano se refiere a parques, reservas, campos deportivos, áreas ribereñas como riachuelos y ríos, vías verdes, senderos, jardines comunitarios, árboles en calles y áreas de conservación de la naturaleza. Estos espacios varían en especies, tamaño, cobertura vegetal, calidad ambiental (WOLCH, BYME, NEWELL, 2014). Una investigación en países asiáticos y Londres, usando varias fuentes como el mapa LST, QuickBird, IKONOS, ASTER, LANSAT, ArcGIS., se enfocaron en parques y grandes áreas verdes, ratificando en los resultados que tanto el tamaño, como la forma, la diversidad y los tipos de suelo influyen para los resultados en el efecto de enfriamiento de los espacios verdes urbanos (UGS). Las áreas cubiertas de árboles seguramente tendrán valores altos en el Factor de vista del cielo (Sky View Factor – SVF) así como en la capacidad de evaporación, transpiración y albedo con relación a los elementos construidos circundantes, por lo que el efecto de enfriamiento es mayor, entre más extensión y mayor cantidad de árboles, mayor es el efecto de enfriamiento local (BONAN, GB 2002: SHASUA- BAR, L.-HOFFMAN, ME 2004; ROBINSON, SL- LUNDHOLM, JT 2012).

El CED y CEI tiene una relación directa con el enfriamiento debido al tamaño, forma del parque, tipo, cantidad de cobertura vegetal y el clima de la región (*Cooling effect distance* -CED). Un estudio realizado por Hamanda y Ohta (2010) en el parque Heiwa de 147 ha. en Nagoya, tenía una temperatura de hasta 1,9°C más baja que en otras áreas. En verano, el CED es de 200- 300 m durante la noche y 300-500 m en el día. Kensington Gardens de 111 ha. en Londres, durante el período de agosto a diciembre, tiene un CED que va de 20 a 440 m. Se determinó que el parque reduce las temperaturas nocturnas de verano promedio de 1,1°C a 4°C (DOICK et al., 2014 apud ARAM, HIGUERAS, SOLGI, MANSOURNIA, 2019).

En Londres, 8 parques que van desde los 0,2 ha. a 12,1 ha. fueron estudiados para determinar el CEI y CED, como resultado los parques de 0,5 ha. a 2 ha. causaron una reducción de hasta 0,3°C en 40 m de distancia. Por otro lado, las áreas verdes de 3-5 ha. sobre una distancia de 70-120m bajaron 0,7°C. Y los parques de hasta 12,1ha. disminuyen hasta 1°C en distancias de 180-330 m (ARAM, HIGUERAS, SOLGI, MANSOURNIA, 2019). En Tel Aviv, se compararon 10 parques urbanos de diferentes tamaños y con distinta vegetación. Se determinó que los parques con mayor cobertura vegetal son más efectivos para ayudar al enfriar el ambiente y al confort térmico. En verano fue cuando hubo mayor enfriamiento



reduciendo 3,8°C lo que dio un PET de 18°C y en invierno la reducción fue de 2°C con un PET de 10°C (*Cooling effect distance - CED*) (ARAM, HIGUERAS, SOLGI, MANSOURNIA, 2019).

Mostrar en este artículo los resultados obtenidos del estudio del UGS en el efecto de enfriamiento en diferentes ciudades (de Asia Oriental y Londres) nos da una visión más amplia y nos brinda la posibilidad de ver cómo actúa la presencia de la vegetación y los árboles en otras realidades totalmente diferentes a Quito. Entonces ¿cual es la relación entre los dos estudios?... el vínculo, es el resultado favorable en beneficio del enfriamiento de la temperatura en las zonas urbanizadas, por lo tanto, la mejora de la bio-climática en general de las ciudades incluyendo a Quito. Se han usado diferentes metodologías y técnicas, mediciones de campo, mapas satélites, parámetros estadísticos, etc. y en todos los casos se obtiene una disminución en la temperatura de las distintas áreas en estudio. Estos resultados nos brindan la posibilidad de afirmar que independientemente de la ubicación geográfica y clima, en general la presencia de la vegetación y los árboles (según su contexto) son un gran aporte para contrarrestar los efectos del cambio climático y siempre la consecuencia va a ser favorable en especial en las épocas de verano o épocas secas como es el caso de Quito.

Aumentar zonas verdes en espacios públicos da equilibrio al tejido urbano entre los espacios construidos, espacios libres sobre todo en sectores de altas densidades y proporciona naturaleza a la ciudad. (SECRETARIA DE TERRITORIO, HABITAT Y VIVIENDA, Red Verde Urbana, 2014)

## 6. Conclusiones

La reestructuración de la Red Verde Urbana en la ciudad de Quito, se convierte en una herramienta para la conservación los bosques urbanos y corredores verdes que proporcionan sombra, disminuyendo la extrema exposición a los nocivos rayos ultravioletas que se experimenta diariamente en el Distrito Metropolitano de Quito. A pesar de que hay un índice de vegetación de **20 m<sup>2</sup>/ hab.**, existe desigualdad con barrios y calles que casi no tienen vegetación por la densificación dentro de la mala planificación.

Son indispensables los árboles, bien seleccionados de acuerdo al clima, características de forma y al crecimiento de cada especie. Quito precisa del uso de árboles nativos que cumplan con las características adecuadas para aportar a la mitigación de la temperatura y al sombreado esperado para los espacios públicos. Se hacen necesarios estudios que tomen en cuenta varios parámetros climáticos y características de las especies de árboles para usar los resultados en nuevas planificaciones y propuestas de revegetación urbana. La información de estos temas es muy limitada ya que no hay conciencia del beneficio de diseñar y proyectar tomando en cuenta variables climáticas que contribuyan al confort térmico del usuario y a la mitigación del UHI.

El resultado del estudio en Quito y el resultado de los estudios en las ciudades asiáticas y Londres (siendo que usan diferentes metodologías, en distintos contextos y ubicación geográfica) nos demuestran los cambios significativos en la reducción de temperatura, reducción de radiación solar bajo sombra, disminución del índice PET, etc. Resultados que con valores numéricos ratifican el aporte que brinda la presencia de los árboles y vegetación en el microclima urbano. Por lo tanto, se convierte en sustento al decir que Quito necesita reestructurar los espacios verdes urbanos por los beneficios varios en la bio climática y reducción de la radiación solar.

## 7. Referências

GUARDERAS, Paulina; COELLO Marcela; SILVA. **El efecto de los árboles urbanos del parque El Ejido en la regulación del microclima de Quito: interacción entre medio ambiente, salud y bienestar. Carrera de Ciencias Biológicas y Ambientales, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Central del Ecuador.** Rev Fac Cien Med, Quito, 2016.



ARAM, Farshid; HIGUERAS GARCÍA, Ester; SOLGI, Ebrahim; MANSOURNIA, Soran. **Urban green space cooling effect in cities**. Heliyon 5, 2019.

POLO, Jorge; PAREDES, Sofía. **Los Árboles Patrimoniales de Quito – Segunda Edición**. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. Quito, 2018.

NARVAEZ, Nixon; JIMENEZ, Sandra. **Atlas Ambiental Quito sostenible 2016**. Municipio del Distrito metropolitano de Quito – Secretaría del Ambiente – Centro de transferencia de Tecnología USFQ. ISBN: 978-9942-8545-4-4. 2016.

RADICH, María Carlos; ALVES, A.A. Monteriro. **Dois séculos da floresta em Portugal**. Celpa, Lisboa, 2000.

SECRETARIA DE TERRITORIO, HABITAT Y VIVIENDA – DIRECCIÓN METROPOLITANA DE DESARROLLO URBANISTICO. **Red verde urbana, Documento técnico**. Quito, 2014.

B. Romero, Martha A. **Principios bioclimáticos para o desenho urbano**. P. 13-14-15. Editora CopyMarket.com, 2000.

MARTHA ADRIANA BUSTOS ROMERO, **Arquitetura do lugar – Uma visao bioclimática da sustentabilidade em Brasília**. 1ra Edição. P. 83-84-85. Sao Paulo, 2011.

DAVTALAB, Jamahis; POOR DEYHIMI, Sharam; DESSI, Valentia; REZA HAFEZI, Mohammad; ADIB, Morteza. **The impact of green space structure on physiological equivalent temperature index in open space**. Marzo 2020.

DURAN, Gustavo; MATI, Marc; MERIDA, Juan. **Crecimiento, segregación y mecanismos de desplazamiento en el periurbano de Quito**. Íonos. Revista de Ciencias Sociales. Num. 56 pp. 130-131. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales- Sede Académica de Ecuador. Quto, septiembre, 2016.

LÓPEZ O., Carlos F.; ROSET C., Jaume; ROJAS C., Gilkauris M. **Análisis de la radicación solar directa en las calles de Barcelona, en base a la relación entre su morfología y vegetación**. Fecha de consulta: dd-mm-aa. En: ACE: Architecture, City and Environment = Arquitetura, Ciudad y Entorno, 12 (34): 45-68, 2017.

B. BONAN, Gordon B.; LEVIS, Samuel; KERGOAT, Laurent; KEITH W. OLESON, Keith W. **Landscapes as patches of plant functional types: An integrating concept for climate and ecosystem models**. Mayo, 2002.

WOLCH, Jennifer R.; BYRNE, Jason; NEWELL, Joshua P. **Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities ‘just green enough**. Mayo, 2014.

FADIGAS, Leonel, **La estructura verde en el proceso de planificación urbana**. Ciudades 12. Lisboa, 2009.

FLACSO, Ecuador; PNUMA; **FONDO AMBIENTAL DEL MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**. Perspectivas del ambiente y cambio climático en el medio urbano: Ecco. Quito, 2011.

POLO A. Jorge. **Manuales Técnicos de arbolado urbano # 2 Mantenimiento**. Secretaría del Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito. Alcaldía del Distrito metropolitano de Quito. Quito, 2016.

SHASHUA-BAR, L.; HOFFMAN, M.E. Quantitative Evaluation of Passive Cooling of the UCL Microclimate in Hot Regions in Summer, Case Study: Urban Streets and Courtyard whit Trees, Building



and Environment 39. 2004.

ECU RED, **Transpiración de las plantas.** Disponible en:  
<[https://www.ecured.cu/Transpiraci%C3%B3n\\_en\\_las\\_plantas](https://www.ecured.cu/Transpiraci%C3%B3n_en_las_plantas)>

PNUD ECUADOR. Habitat III, Quito 2016. Disponible en:  
<<https://www.ec.undp.org/content/ecuador/es/home/presscenter/articles/2016/10/14/habitat-iii-ecuador-quito.html>>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS INEC, **Índice verde urbano 2012.** Disponible en:<[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Verde\\_Urbano/Presentacion\\_Indice%20Verde%20Urbano%20-%202012.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Verde_Urbano/Presentacion_Indice%20Verde%20Urbano%20-%202012.pdf)>

## **Zuly Elizabeth Soria Cárdenas**

Zuly Soria Cárdenas, Arquitecta graduada en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Vive en Quito, durante años ha trabajado en su empresa familiar vinculada al área de la construcción, bajo el cargo de presidenta. Previo a obtener su título de especialista en Rehabilitación ambiental aplicada al urbanismo y arquitectura otorgada por la FAU UNB de Brasilia, en el año 2013 trabajó para una empresa municipal que la vinculó con la planificación de la ciudad y la problemática ambiental que enfrentan las ciudades. En la actualidad, busca vincular los proyectos arquitectónicos, así como su empresa a la sustentabilidad.

Contribuição de coautoria: fundamentação teórico-conceitual e problematização.

## **Rodrigo Studart Corrêa**

Docente do Curso de pós graduação *lato sensu* em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística (Reabilita), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), Universidade de Brasília (UnB).

Contribuição de coautoria: fundamentação teórico-conceitual e problematização.

**Como citar:** CÁRDENAS, Zuly Elizabeth Soria, CORRÊA, Rodrigo Studart. Importancia de los árboles en la planificación de Quito, Ecuador. *Revista Paranoá*. n.30. Edição Temática: Olhares da Reabilitação Sustentável 3, 2021. DOI 10.18830/issn.1679-0944.n30.2021.15