

**MODELO DE ACERAS PARA ARBOLADO URBANO CON ESPECIES DE SISTEMA RADICULAR NO AGRESIVO Y DE PORTE ADAPTABLE****SIDEWALKS MODEL FOR URBAN TREES WITH NON-AGGRESSIVE ROOT SYSTEM SPECIES AND ADAPTABLE SIZE**

Gareca Mireya\* - Villarpando Hugo

Universidad de San Francisco Xavier de Chuquisaca

Facultad de Arquitectura y Ciencias del Hábitat - Carrera de Diseño de interiores

Facultad de Ciencias Agrarias

Instituto de investigación BIORENA

Recibido abril 27, 2021; Aceptado mayo 20, 2021

**Resumen**

**Antecedentes:** Los estudios indican que la problemática de arbolado urbano, se debe fundamentar a partir de las necesidades morfológicas de la planta. Por lo tanto, el presente artículo tiene como objetivo proponer aceras verdes que puedan albergar especies de sistema radicular no agresivo y fácil de adaptarse.

**Metodología:** Se utilizó un enfoque cuali-cuantitativo, se aplicó la técnica de la observación. La muestra fue de 48 especies arbóreas y arbustivas de porte alto de una población de 65. Así mismo se utilizó el método de la modelación para la propuesta de aceras y la comparación de especies.

**Resultados:** Los resultados revelan que las condiciones físico espaciales de las aceras y el entorno arquitectónico no responden a las necesidades morfológicas de la vegetación, razón

por la cual se limita el uso de muchas especies, reduciéndose su uso a un total de 11 plantas para tres alternativas de aceras.

**Conclusiones:** Mientras no se realice una normativa de arbolado urbano que se adecue a las necesidades morfológicas de la vegetación, no se podrá dotar de las condiciones necesarias para que otros seres vivos como los árboles puedan ser parte del hábitat y la imagen urbana de la ciudad, por tanto se perderán los beneficios que estos nos brindan.

**PALABRAS CLAVE**

Árboles nativos y exóticos, arbolado urbano, medio ambiente, ecología, cambio climático.

**ABSTRACT**

**Background:** Studies indicate that the problem of

urban trees must be based on the morphological needs of the plant. Therefore, the present article aims to propose green sidewalks that can host species with a non-aggressive and easy-to-adapt root system.

**Methodology:** A qualitative-quantitative approach as well as the observation technique were used and applied. The sample consisted of 48 tree and bushy species from a population of 65. Likewise, the modeling method was used for the proposal of sidewalks and the comparison of species.

**Results:** The results reveal that the physical spatial conditions of the sidewalks and the architectural environment do not respond to the morphological needs of the vegetation, which is why the use of many species is limited, reducing its use to a total of 11 plants for three sidewalk alternatives.

**Conclusions:** As long as there is no urban tree regulation that is adapted to the morphological needs of the vegetation, it will not be possible to provide the necessary conditions so that other living beings such as trees can be part of the habitat and the urban image of the city. Therefore, the benefits they provided us will be lost.

## KEYWORDS

Native and exotic trees, urban tree, environment,

ecology, climate change.

## INTRODUCCIÓN

Una de las causas para la problemática ambiental es la deforestación (El País, 2016), la importancia de la vegetación sobre el planeta debería ser una prioridad, sobre este tema la National Geographic infirió:

*Los árboles desempeñan un papel crucial en la absorción de gases de efecto invernadero, responsables del calentamiento global. Tener menos bosques significa emitir más cantidad de gases de efecto invernadero a la atmósfera y una mayor velocidad y gravedad del cambio climático* (National Geographic, 2013).

En Bolivia la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT) registró el 2010, 1000 hectáreas deforestadas por día, 25.000 por mes y 300.00 por año, Santa Cruz con un 75%, Pando y Beni con un 20% y el restante 5% en Cochabamba, Tarija y Chuquisaca (Opinión, 2010). Por otro lado la ONU el (2005) pronosticó que el año 2050 habrá un incremento de temperatura de 1,4 a 5,6 centígrados, causando un 5% más de precipitaciones y la extinción de una cuarta parte de las especies. A nivel mundial,

se estima que una quinta parte de la población mundial sufre escasez de este vital líquido y que cinco millones de personas mueren cada año por beber agua contaminada. En este sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estima para el año 2025 unos 2000 millones de individuos no dispondrán de agua bebible.

Debido a esta problemática se creó el programa “Mi Árbol” en Bolivia, que tiene como objetivo ampliar la contribución a la conservación de la biodiversidad, mantenimiento de procesos ecológicos, restauración de ecosistemas y cuencas, así como la disminución de los efectos del cambio climático. Sobre este tema, los especialistas en paisajismo y forestación sostienen que la escasa arborización urbana, se realiza por problemas medioambientales, que tiene como propósito generar un equilibrio entre la naturaleza y lo creado por el hombre.

Según diversas organizaciones para generar el oxígeno que el hombre respira se necesita plantar un árbol por familia, de esta manera se evita reducir el patrimonio forestal actual, por tanto estos grupos proponen que cada individuo plante por lo menos cuatro árboles al año.

Por otro lado, para producir el papel que se gasta se debería plantar dos árboles cada año por persona, para producir la madera que se consume

se debería plantar un árbol cada cuatro años por persona y para compensar las emisiones de dióxido de carbono que se emite en las actividades diarias se debería repoblar con 105 árboles por persona (Bigues Balcells, 2005).

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), indica que se debería tener al menos diez metros cuadrados de área verde por persona en las ciudades y un árbol por cada tres habitantes para contrarrestar el cambio climático y las situaciones adversas a la conservación de los ecosistemas (Calabi, 2016). En la ciudad de Sucre, no se alcanza esta superficie recomendada para mantener el equilibrio, solo se llega a apreciar este arbolado en aquellas calles que tienen acera amplia, los resultados de investigaciones previas revelaron que se tiene una densidad promedio de 0.7 m<sup>2</sup> de área verde por persona.

Haciendo un recorrido por las calles de la ciudad de Sucre, se puede observar que el ancho de acera no es adecuado con relación al tamaño de los árboles y a las necesidades funcionales de transitabilidad de las personas, debido principalmente al tipo de vegetación que en su mayoría es arbórea de porte medio y alto, cuyas raíces rebasan el espacio inicialmente previsto, generando que las aceras se fragmenten y se conviertan en un peligro para la población, especialmente para las personas con capacidades

especiales.

Así mismo, el cableado aéreo y las instalaciones de gas subterráneas de las ciudades, se han convertido en condicionantes para la elección del tipo de especies a plantar, que ha dado como consecuencia aceras y árboles deteriorados, que no cumplen su función y no brindan seguridad.

La ciudad de Sucre, es conocida como ciudad patrimonial declarada por la UNESCO como Patrimonio Cultural de la Humanidad en 1991 y capital constitucional de Bolivia, motivo por el cual se debe mejorar la imagen urbana no sólo patrimonial sino del conjunto, mediante modelos de aceras que respondan no sólo a la estética sino también al cambio climático y a factores de seguridad del peatón, que permitan una libre circulación para todos.

### **Beneficios de las plantas**

En los centros urbanos, la vegetación proporciona varios bienes y servicios debido a que las áreas verdes ayudan a mantener fresca la ciudad y son los pulmones de cada urbe, actúan como filtros naturales, absorben los ruidos, mejoran el microclima, sirven para proteger y mejorar la calidad de los suelos, agua, vegetación y fauna. Además de las funciones y beneficios para el hombre, juega un rol importante en la ornamentación y estética de la ciudad.

Hoy en día, se considera a la naturaleza como un simple recurso a ser explotado o como espacio recreativo, situación que genera un entorno problemático porque mientras los seres humanos evolucionan van transformando y eliminando su hábitat natural en uno construido que va perdiendo calidad, dando como resultado una creciente desconexión entre las personas y la naturaleza, como consecuencia se tienen espacios más hostiles y cada vez menos saludables sobre todo en el área urbana (Kuo & Faber Taylor, 2008).

Otras investigaciones confirmaron, que el traslado de personas a zonas urbanas con mayor vegetación genera mejoras en la salud mental, lo que apunta a que las políticas ambientales enmarcadas en nuestra sociedad en general para aumentar el espacio verde urbano pueden tener beneficios en la salud pública (Alcock, White, Wheeler, Fleming, & Depledge, 2013).

Otros autores explican que frente a los elevados índices de urbanización masiva, es importante promover investigaciones sobre los beneficios psicológicos y sociales de los ambientes restauradores como es la vegetación y naturaleza, tomando en cuenta el impacto que este tiene en la salud física y mental (Soto, López Lena, Córdova, & Vásquez, 2014).

Otros autores afirman que el arbolado urbano debe

cumplir tres funciones principales (Llorens & Anguix, 2014):

- Social: que implica no interferir con la propiedad pública y privada, ni afectar la salud de las personas.
- Medioambiental: las intervenciones deben respetar la biología del árbol.
- Económica: se deben evitar el uso de especies que requieran mantenimiento anual.

### **Raíces de los árboles**

Las raíces de los árboles sirven de anclaje a la parte superior del árbol, en su mayoría son de tipo horizontal. Cuando las raíces son afectadas por acción de la mano del hombre mediante la poda agresiva de las raíces, estas afectan a la planta en el crecimiento, en la absorción de nutrientes y genera una mayor propensión a enfermedades. Así mismo, requieren algunos requerimientos para su uso: cultivo, ambientales y de diseño, (Yepes & Estrada, 2015):

- Cultivo: niveles de luz y sombra, disponibilidad de agua y condiciones del suelo.
- Ambientales: resistencia a enfermedades, a la sequía, contaminación, rusticidad y humedad.

- Diseño: tamaño, porte, crecimiento, textura de hojas, tamaño en madurez, color de hojas, flores y frutos.

### **Normativa nacional**

En 1992 se promulgó la Ley 1333, Ley del Medio Ambiente con el objetivo de normar el manejo integral y el uso sostenible de los recursos del bosque, posteriormente en 1996 se promulgó la Nueva Ley Forestal Ley No. 1700, donde se establecen normas que regulan los derechos de acceso al recurso forestal, reconociéndose a través de la misma convenios internacionales sobre diversidad biológica, desertificación, sequía y cambio climático ( Malky Harb, 2005).

El proceso de arborización contribuye a la concientización de la sociedad para el cuidado del medio ambiente. La disociación de la naturaleza con el hombre, ha causado una desnaturalización e insensibilidad del hombre con su propia naturalidad, afectando sus actividades en diferentes áreas, perdiéndose el uso natural de las capacidades naturales y del equilibrio no sólo físico, sino mental, que según estudios realizados en el área de psicología afectan el comportamiento del ser humano.

Actualmente, no existe un registro de especies ornamentales locales, que sirva de base de datos

para el diseño de aceras que contribuyan al medio ambiente mediante un uso racional y equilibrado del agua a nivel local, razón por la cual esta investigación tiene el objetivo de proponer un modelo de aceras con especies ornamentales de porte medio de sistema radicular no agresivo y de bajo consumo hídrico para la ciudad de Sucre.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Diseño

Se utilizó un enfoque cuali-cuantitativo, se aplicó la técnica de la observación y el método comparativo, la muestra fue de 48 especies de una población de 65. Así mismo, se utilizó el método de la modelación para la propuesta de aceras para la ciudad de Sucre.

### Instrumentos y definición de variables

Se aplicó dos registros de relevamiento de información relacionados con dos variables: especie y condicionantes físicas del área de plantación.

- El primer registro se utilizó para identificar las alteraciones producidas en las plantas por el espacio físico.
- En el segundo registro se identificaron los elementos físicos condicionantes para la plantación de especies arbóreas y

arbustivas de porte alto.

### Consideraciones éticas

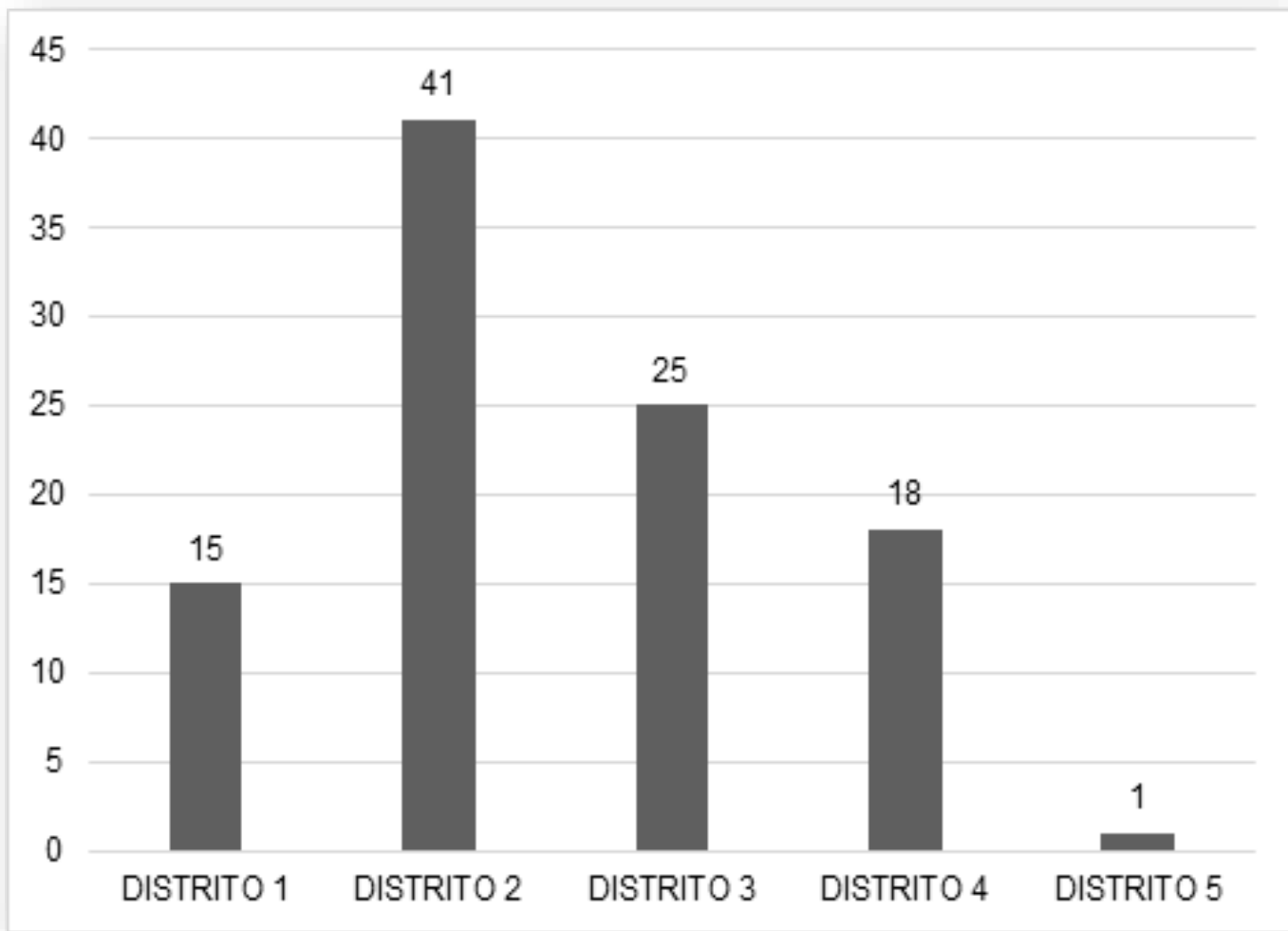
Para la realización de la presente investigación se obtuvo información del censo arbóreo y arbustivo el cual concluyó el 2017, realizado por la Unidad de Medio Ambiente del Gobierno Autónomo Municipal de Sucre quienes brindaron la información con pleno consentimiento informado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del Censo realizado por la Unidad de Medio Ambiente del Gobierno Autónomo Municipal de Sucre, sirvieron de base para realizar el análisis de las especies arbóreas y arbustivas de porte alto tomando en cuenta sus características botánicas. Determinaron una relación de un árbol por cada 19 habitantes sin tomar en cuenta la vegetación de los espacios públicos urbanos como parques, plazas y plazuelas.

### Cantidad de árboles y arbustos

La Dirección de Medio Ambiente el año 2017 censó 13893 especies arbóreas y arbustivas de porte alto en los 5 distritos, los resultados muestran que del total de las especies registradas 80% son árboles y 20% arbustos de porte alto. Por otro lado, el distrito con mayor cantidad de árboles es el Distrito 2 como se muestra en la figura siguiente:



**Figura 1.** Porcentaje de árboles según Distrito. Elaborado en base a datos de la Dirección de Medio Ambiente, (2017).

A continuación se presenta un listado de las especies arbóreas y arbustivas de porte alto utilizadas en el arbolado urbano de la ciudad de Sucre, de las cuales se hizo un análisis comparativo tomando dos criterios de selección, el primero relacionado con las condicionantes espaciales áreas y subterráneas de las aceras y el entorno, el otro se fundamenta en las

características paisajísticas y morfológicas de las especies arbóreas y arbustivas, estas categorías de análisis fueron las siguientes: estatus, tipo de raíz, diámetro mayor de copa, altura, resistencia, crecimiento, valor estético, suelo, forma de copa, resistencia a enfermedades, asoleamiento y tipo de tallo.

**Tabla 1.** Listado de especies arbóreas y arbustivas de porte alto de la ciudad de Sucre

Nº	Nombre común	Nombre científico	Estatus
1	Acacia	<i>Acacia melanoxylon</i>	Exótica (Este Australiano)
2	Álamo blanco / plateado	<i>Populus alba</i>	Exótica (Europa, Asia)
3	Álamo Negro	<i>Populus nigra</i>	Exótica
4	Albizia	<i>Albizia lophanta</i>	Exótica
5	Brachichito	<i>Brachychiton populneus</i>	Exótica (Australia)
6	Carnaval	<i>Senna carnaval</i>	Exótica (Argentina)
7	Casco de vaca	<i>Bauhinia foricata</i>	Nativa
8	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Nativa
9	Ceiba	<i>Ceiba pentrandia</i>	Nativa
10	Ceibo / Gallo gallito	<i>Erythrina crista-galli</i>	Nativa
11	Chiflera	<i>Schefflera sp.</i>	Exótica ( Nueva Zelanda, Java, India)
12	Cucarda	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Exótica (China)
13	Estrella federal / Flor de navidad	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Exótica
14	Farolito japonés	<i>Abutilon hybridum</i>	Exótica
15	Ficus	<i>Ficus benjamina</i>	Exótica (India, Java y Bali.)
16	Fresno	<i>Fraxinus americana</i>	Exótica (Norte América)
17	Gomero	<i>Ficus elástica</i>	Exótica (India Malasia)
18	Grevilla	<i>Grevillea robusta</i>	Exótica (Australia)
19	Huaranguay	<i>Tecoma stans</i>	Exótica
20	Jarca	<i>Acacia visco</i>	Nativa
21	Leucanea	<i>Leucaena leucocephala</i>	Introducida
22	Ligustrina	<i>Ligustrum sinense</i>	Introducida
23	Ligustro	<i>Ligustrum lucidum</i>	Introducida
24	Llamarada de fuego	<i>Brachychiton acerifolium</i>	Introducida
25	Magnolia	<i>Magnolia grandiflora</i>	Exótica (Norte América)
26	Molle	<i>Schinus molle</i>	Nativa
27	Nispero	<i>Eriobotrya japonica</i>	Introducida
28	Olmo	<i>Ulmus minor</i>	
29	Palmera Washington	<i>Washingtonia filifera</i>	Exótica (California)
30	Palmera canarias	<i>Phoenix canariensis</i>	Exótica (Islas Canarias)
31	Palmera janchicoco	<i>Parajubaea torallyi</i>	Nativa Endémica
32	Paraiso	<i>Melia azedarach</i>	Exótica (Sudeste Asiático)
33	Pata de gallo	<i>Brachychiton rupestris</i>	Exótica
34	Pino andino / podocarpus	<i>Podocarpus parlatorei</i>	Nativa
35	Pino Ciprés	<i>Cupressus macrocarpa</i>	Exótica (Sudeste de los EE.UU.)
36	Pino pátula	<i>Pinus patula</i>	
37	Pino radiata	<i>Pinus radiata</i>	Exótica
38	Pino silvestre	<i>Pinus sylvestris</i>	Exótica
39	Prosopis, algarrobo	<i>Prosopis ferox</i>	Nativa
40	Retama	<i>Retama sphaerocarpa</i>	Exótica
41	Rosa Laurel	<i>Nerium oleander</i>	Exótica ( Cuenca del mar Mediterráneo hasta China)
42	Santa Rita	<i>Bougainvillea</i>	Exótica (Brasil)
43	Sauce llorón	<i>Salix babylónica</i>	Exótica (Este de Asia, China)
44	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i>	Perú
45	Tarco	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Nativa
46	Tipa	<i>Tipuana tipu</i>	Nativa



47	Trompeta amarilla	<i>Allamanda cathartica</i>	Exótica
48	Vachilla melanoxylon	<i>Acacia melanoxylon</i>	Exótica

**Fuente:** Dirección de Medio Ambiente, (2017).

## Problemática del arbolado urbano

### A. Interferencia de los árboles por redes eléctricas aéreas

Existe una mayor presencia de árboles en el Distrito 2 con 41%, seguido por el Distrito 3 con 25%, Distrito 4 con 18%, Distrito 1 con 15% y el Distrito 5 con 1%, sin embargo su crecimiento se encuentra obstruido por el cableado, voladizos de las fachadas de los inmuebles de la ciudad y deterioro causado por las personas.

Según los resultados obtenidos por la Dirección de Medio ambiente de la ciudad de Sucre, uno de los mayores problemas del arbolado urbano es el cableado eléctrico aéreo, generando un riesgo para las personas, porque los cables se mimetizan con las ramas. En otros casos, se observa una mutilación de las ramas debido a la obstrucción con el cableado eléctrico en desmedro de la vegetación, lo cual le genera enfermedades o marchitez permanente. A continuación se muestra algunos ejemplos:



(a)



(b)

**Figura 2.** (a) Copa de árbol atravesado por el cableado eléctrico aéreo. (b) Copa de árbol con cortes agresivos que destruyeron la forma natural del follaje del Fresno.

## B. Ancho de acera de las calles

Los datos del censo también revelaron que el distrito con mayor ancho de acera es el Distrito 2, sin embargo la información también devela que las aceras no superan los 4 metros:

- En cuanto al ancho de acera mayor a 2 metros, el mayor porcentaje se encuentra en el Distrito 2 con 32%, Distrito 3 con 29%, Distrito 1 con 17%, Distrito 4 con 13% y el Distrito 5 con 9%.
- El ancho de la acera menor a 2 metros se encuentra en el Distrito 2 con 29%, Distrito 1 con 29%, Distrito 3 con 18%, Distrito 4 con 13% y el Distrito 5 con 11%.
- Árboles y arbustos en camellón mayor a 2 metros, en el Distrito 3 se encuentran 930 árboles y arbustos, Distrito 2 con 505, Distrito 5 con 456, Distrito 4 con 430, y Distrito 1 con 60.
- Árboles y arbustos en camellón menor a 2 metros, en el Distrito 3 con 39%, Distrito 2 con 21%, Distrito 5 con 19%, Distrito 4 con 18%, y Distrito 1 con 3%.

Los daños generados en los árboles por el ancho de la acera afectan principalmente las raíces, que son podados o mutilados de manera agresiva generando heridas en las ramas y el tallo, debilitando su estructura provocando la

inclinación de tronco principal y haciéndolos susceptibles a enfermedades, desplomes, además de causar daño en el ornamento público.

Por otro lado, al no existir una normativa específica, relación del ancho de la copa del árbol con el ancho de la acera, las construcciones y el cableado que son aspectos condicionantes en la proyección del arbolado, generan circulaciones estrechas y causan el deterioro de las aceras debido a raíces agresivas de algunos árboles que al no tener el espacio adecuado y haber sido plantado en un espacio suficiente destruye las carpetas de hormigón y los bordillos, que a su vez se constituyen en un peligro para los peatones, especialmente para niños, las personas de la tercera edad y con capacidades especiales.

En las imágenes siguientes se observa los cortes agresivos realizados a las raíces de las plantas:



(c)



(d)

**Figura 3.** (c) Eliminación del árbol a causa de raíces superficiales que afectaban la acera. (d) Poda de raíces superficiales para construir una nueva acera, se puede observar el empedrado al lado de las raíces mutiladas.



(e)



(f)

**Figura 4.** (e) Agresión al follaje por los peatones. (f) Distorsión del crecimiento natural del tallo.



(g)



(h)

**Figura 5.** (g) Cubiertas clandestinas atraviesan el árbol. (h) Deterioro de la calzada por presencia de raíces que no tenían un adecuado tazón de riego y respiración.

## Propuesta

En base al registro realizado y a la información de cada una de las especies, se propone tres tipologías de aceras que contemplan no sólo las dimensiones mínimas, sino también propuestas que pueden ser tomadas como referencia de criterios básicos para una arborización. Las especies que se proponen para cada uno de los casos, responden al resultado comparativo de la lista de especies de la tabla 1, por tanto se considera que las especies seleccionadas cumplen con las categorías de análisis y los criterios planteados. A continuación, se plantean los siguientes tipos de aceras:

### A. Aceras de ancho reducido: 2.2 y 2.6 m

La aceras con dimensiones menores a 1.80

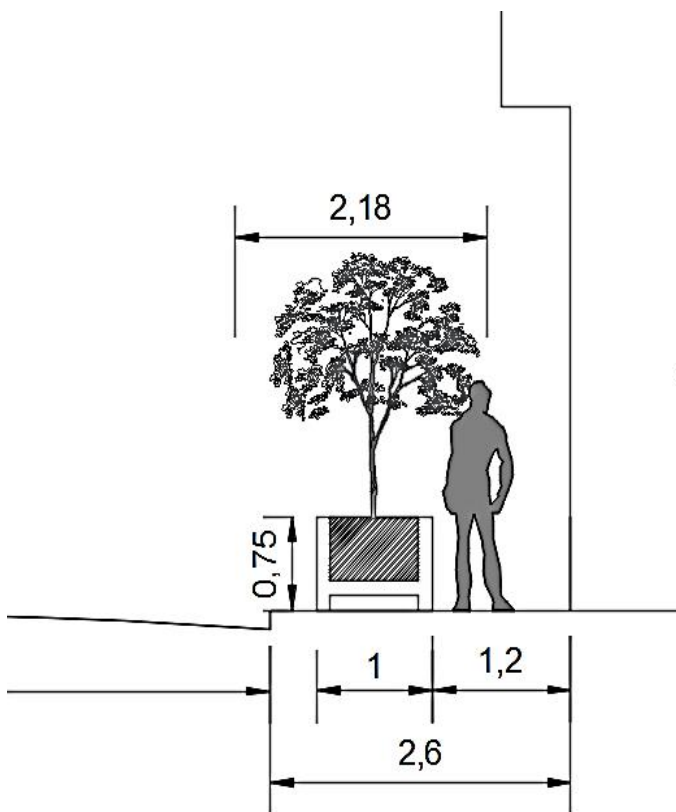
no son adecuadas para la plantación de árboles, porque obstaculizan la libre circulación de las personas, por lo tanto una acera menor a los 2.20 m no debería presentar vegetación, debido a la falta de espacio para la circulación de las personas. Así mismo, no cumplen de manera óptima la función de circulación mínima de 1m para personas en silla de ruedas.

Por otro lado, no ofrecen las condiciones para el adecuado desarrollo de una especie arbustiva o arbórea, y no garantiza la protección de las especies que pueden sufrir daños ocasionados por la mano del hombre descritos tanto en el follaje como en las raíces, las cuales al obtener un óptimo desarrollo precisan de mayor espacio y lamentablemente provocan deterioros en las

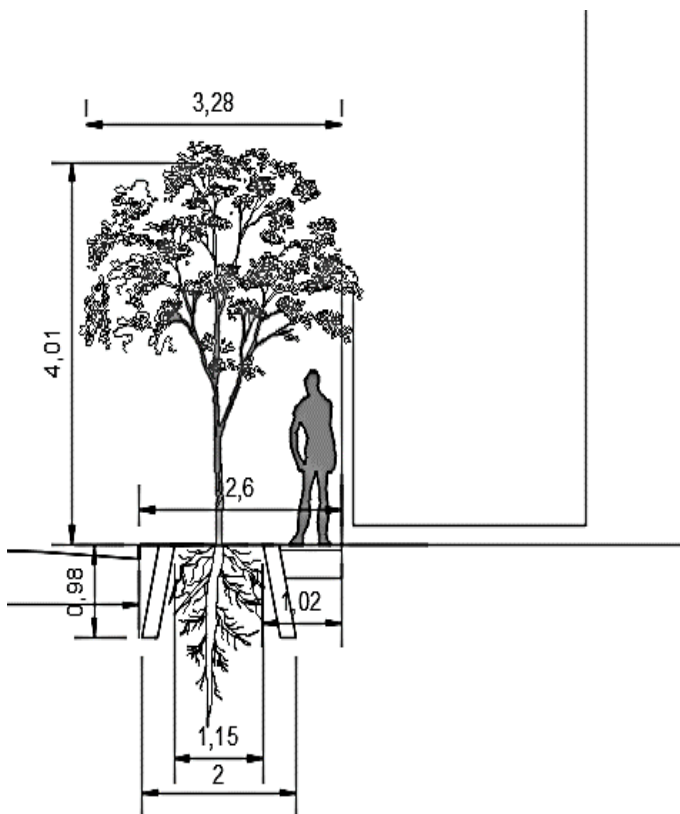
aceras y a construcciones aledañas, especialmente si estas no tienen un retiro frontal.

Los resultados comparativos obtenidos del análisis a 48 especies, se pudo determinar que las

especies más adecuadas para acera de ancho reducido son: Rosa Laurel (*Nerium oleander*) y Ficus (*Ficus benjamina*), que presentan mejores características de porte, mantenimiento y resistencia a plagas y enfermedades.




**Figura 6.** Propuesta de acera que contempla macetero de hormigón armado móvil.



**Figura 7.** Propuesta de acera con tazón de 1.15 m en un ancho de 2.6, pero con construcción en retiro que le permite al árbol generar un espacio holgado para la copa del árbol.

Tabla 2. Ficus

INFORMACIÓN	
	
Nombre común	Ficus
Nombre científico	<i>Ficus benjamina</i>
Estatus	Exótica (India, Java y Bali.)
Tipo de raíz	Pivotante si es de semilla y fasciculada si es de esqueje
Diámetro mayor de copa	1.5-2.5m
Altura	2-4m
Resistencia	Requiere mantenimiento y cuidado
Crecimiento	Lento
Valor estético	Follaje denso perenne, hojas pequeñas y brillantes
Suelo	Suelo profundo de buen drenaje, húmedo y fértil.
Forma de copa	Globosa
Resistencia a enfermedades	Media
Asoleamiento	Iluminados pero no directamente en el sol, sin embargo pueden llegar a soportar
Tipo	Arbusto
Tallo	Monopódico

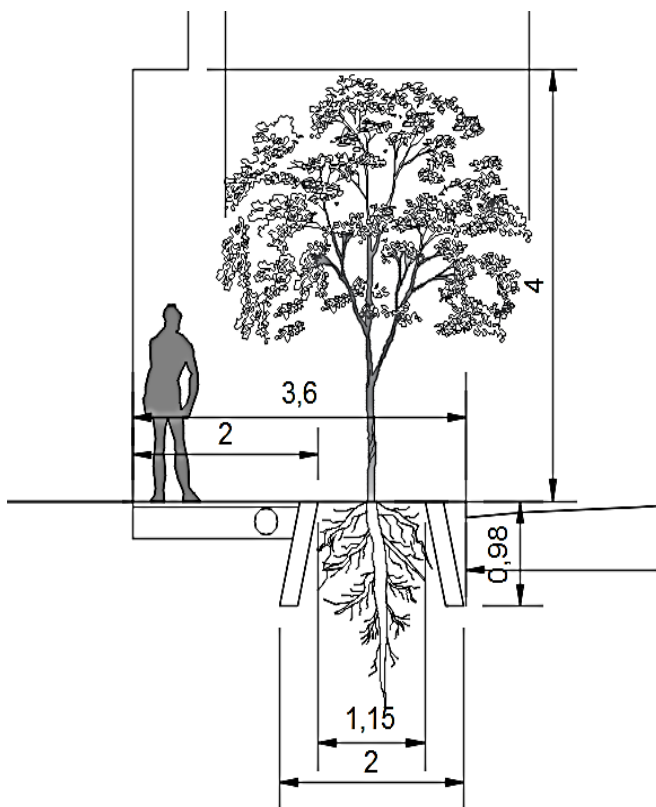
**Tabla 3.** Rosa Laurel

INFORMACIÓN	
	
Nombre común	Rosa Laurel
Nombre científico	<i>Nerium oleander</i>
Estatus	Exótica ( Cuenca del mar Mediterráneo hasta China)
Tipo de raíz	Sistema radicular superficial
Diámetro mayor de copa	2
Altura	4
Resistencia	Rústica
Crecimiento	Rápido
Valor estético	Perenne, flores rosadas, cualquier parte es venenosa
Suelo	Suelos húmedos
Forma de copa	Parasol
Resistencia a enfermedades	Baja
Asoleamiento	Pleno sol
Tipo	Arbusto
Tallo	Simpódico

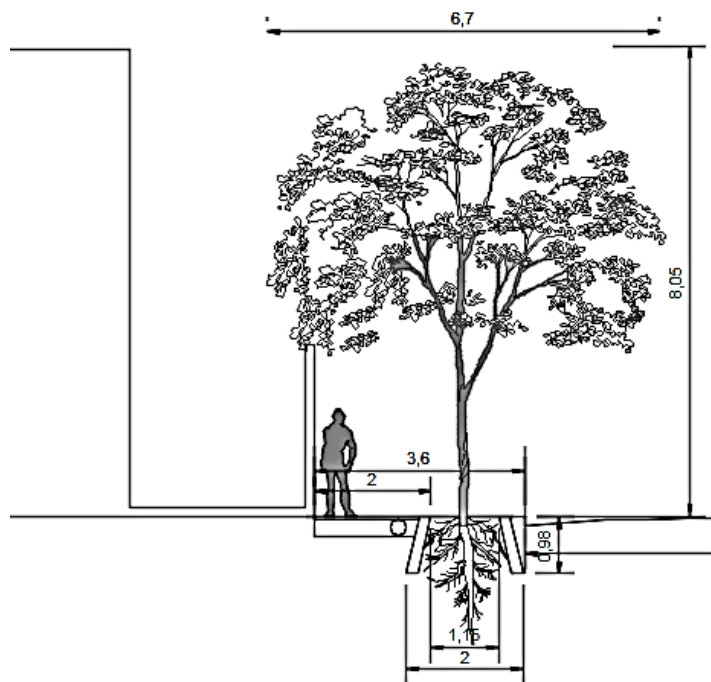
### B. Aceras de ancho medio: 2.8 y 3.6 m

Esta propuesta dependerá de las políticas económicas del municipio para evaluar las ventajas de un arbolado frente al costo que implica la construcción de aceras más amplias. De acuerdo a los resultados comparativos las especies que

presentan las características más adecuadas son: Albizia (*Albizia lophanta*), Casco de vaca (*Bauhinia forficata*), Huaranguay (*Tecoma stans*), Ligustro (*Ligustrum lucidum*), Níspero (*Eriobortrya japonica*) y Tara (*Caesalpinia spinosa*).



**Figura 8.** Propuesta de acera con una longitud de 3.6, con tazón reforzado de hormigón armado.



**Figura 9.** Propuesta de acera con una longitud de 3.6, con tazón reforzado de hormigón armado, pero aledaña a una construcción con retiro que le otorga un mayor espacio a la copa



**Tabla 4.** Ligustro**INFORMACIÓN**

Nombre común	<i>Ligustro</i>
Nombre científico	<i>Ligustrum lucidum</i>
Estatus	<i>Introducida</i>
Tipo de raíz	<i>Raíces superficiales y pivotante</i>
Diámetro mayor de copa	3-6
Altura	10
Resistencia	Rústica
Crecimiento	Rápido, hasta 50 años de vida.
Valor estético	Semicaducifolia
Suelo	Resistente
Forma de copa	Parasol
Resistencia a enfermedades	Alta
Asoleamiento	Pleno sol
Tipo	Árbol
Tallo	Simpódico

Tabla 5. Tara

INFORMACIÓN	
-------------	--

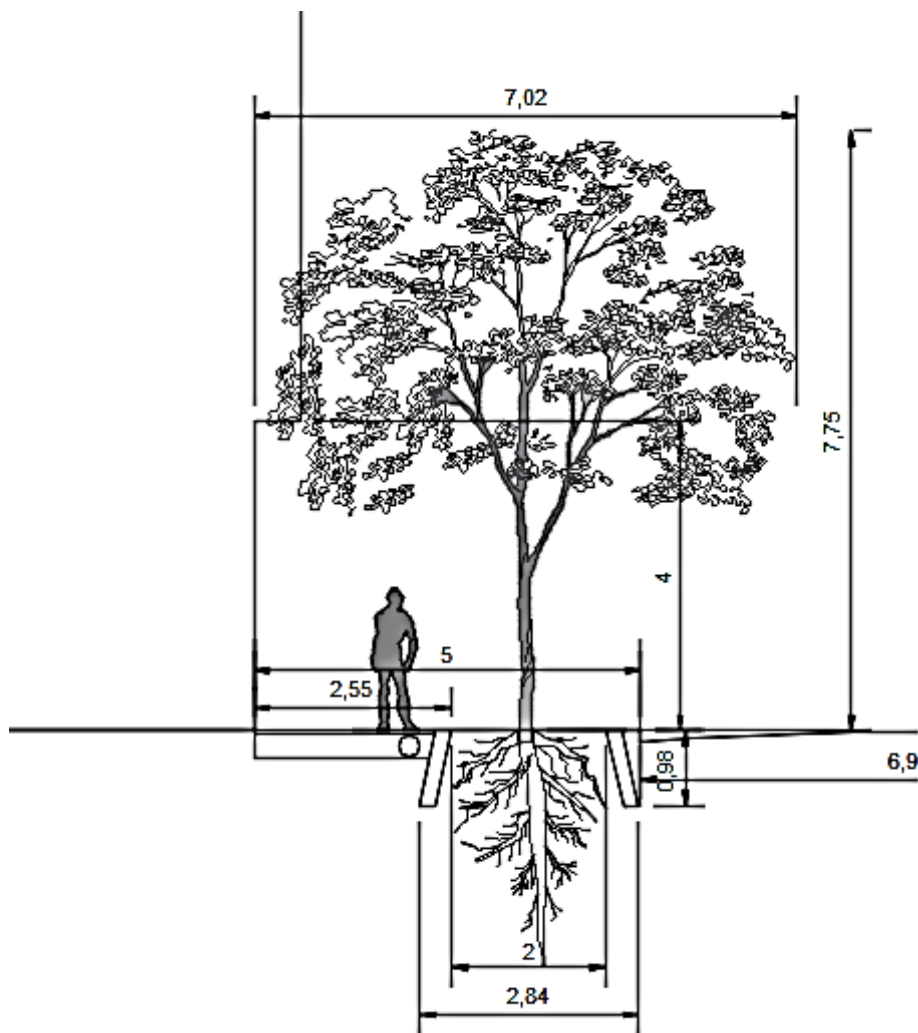


Nombre común	Tara
Nombre científico	Caesalpinia spinosa
Estatus	Perú
Tipo de raíz	Sistema radicular superficial
Diámetro mayor de copa	4
Altura	3-6
Resistencia	Rústica
Crecimiento	Rápido
Valor estético	Caducifolio, flor amarilla
Suelo	Suelos húmedos
Forma de copa	Globosa
Resistencia a enfermedades	Alta
Asoleamiento	Pleno sol
Tipo	Árbol
Tallo	Simpódico, 30 cm de diámetro

### C. Aceras de ancho medio: 3.6 a 5 m

La tercera propuesta, es ideal para zonas residenciales donde las aceras están destinadas al paseo, donde se priorice al peatón, a la comodidad, confort y seguridad que se debe brindar a los

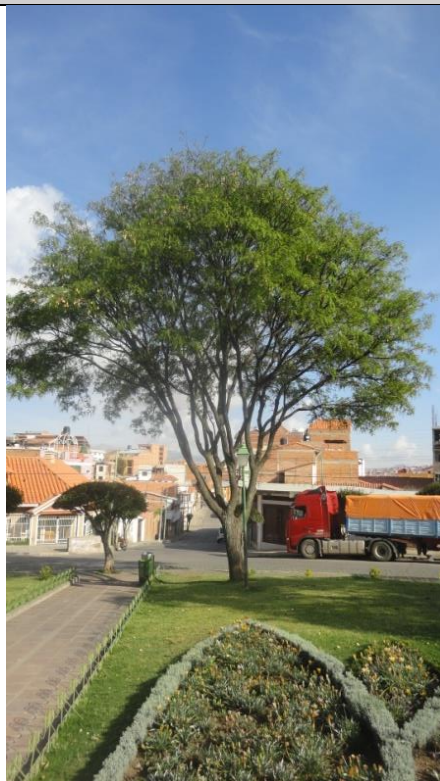
habitantes antes que a las movilidades. Entre las especies que destacan por su porte son: Tarco (*Jacaranda mimosifolia*), Paraiso (*Melia azedarach*), Fresno (*Fraxinus americana*), Carnavalito (*Cassia spectabilis*) y Guaranguay (*Tecoma stans*).



**Figura 10.** Propuesta de acera con una longitud de 5, con tazón reforzado de hormigón armado con un diámetro de 2 metros.

Tabla 6. Fresno

## INFORMACIÓN



Nombre común	Fresno
Nombre científico	<i>Fraxinus americana</i>
Estatus	Exótica (Norte América)
Tipo de raíz	Raíz pivotante profunda
Diámetro mayor de copa	6
Altura	12
Resistencia	Rústica
Crecimiento	Rápido
Valor estético	Follaje caducifolio
Suelo	Cualquier tipo
Forma de copa	Irregular
Resistencia a enfermedades	Alta
Asoleamiento	Pleno sol
Tipo	Árbol
Tallo	Simpódico

Tabla 7. Tarco

---

**INFORMACIÓN**


---




---

Nombre común	Tarco
Nombre científico	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
Estatus	Nativa
Tipo de raíz	Sistema radicular superficial
Diámetro mayor de copa	4-6
Altura	12
Resistencia	Rústica
Crecimiento	Rápido
Valor estético	Caducifolio
Suelo	Cualquier tipo, prefiere suelos húmedos y profundos
Forma de copa	Globosa
Resistencia a enfermedades	Alta
Asoleamiento	Pleno sol
Tipo	Árbol
Tallo	Monopódico

---

## CONCLUSIONES

- Aceras menores a 2.20 mt de ancho no permiten la plantación de árboles de baja altura que permitan servir de refugio contra los factores climáticos, porque ocasionan una circulación incómoda, los árboles sufren agresiones debido a la cercanía con los transeúntes tienden a eliminar hojas, ramas y en algunos casos las raíces sobresalen el cemento de la acera debido a la falta de espacio.
- La revisión bibliográfica y comparativa de cada una de las especies más representativas, indican que las plantas nativas son resistentes y son las más adecuadas para evitar excesos en el uso del agua. Sin embargo, el ancho de las calles y el cableado eléctrico aéreo no permite el uso masivo de estas especies como el Tarco o la Parajuvea que son especies nativas de alto valor ornamental.
- Así mismo, el estudio ha permitido demostrar la importancia de plantar especies de bajo mantenimiento fitosanitario, tal como ocurre en especies ornamentales arbustivas como la Cucarda que requiere de un constante control fitosanitario ocasionado por la baja resistencia a las plagas y enfermedades.
- Especies como el Ligustro deben ser considerados para ser multiplicados en los

viveros, debido a su fácil adaptación al contexto local, no requiere de mucho mantenimiento salvo podas anuales por estética. El tamaño y el porte se adaptan de forma óptima al promedio mínimo de acera dentro de una ciudad histórica y patrimonial como Sucre.

- Se ha identificado dos tipos de raíces en los árboles, horizontales y pivotantes o profundos, los cuales guardan relación con el tamaño del árbol, Por tanto, el realizar vaciados de hormigón alrededor del tazón donde se planta el árbol, esta barrera resguarda las instalaciones subterráneas y permite guiar las raíces y proteger las mismas, evitando de esta manera el deterioro de las aceras.
- El ancho del tazón de acuerdo al tipo de árbol no debe ser inferior a los 0.80 cm por 0.80cm, para lo cual se debe medir el diámetro del tronco, de acuerdo a la especie.

## RECOMENDACIONES

- El diseño de las calles, avenidas, aceras y jardines, debe ser multidisciplinario e integral, la falta de coordinación del trabajo en conjunto con la sociedad y los especialistas de las distintas áreas donde se pueda proponer espacios cómodos para el peatón, que le permitan el contacto con la naturaleza,

contribuyan con el medio ambiente y bienestar psicológico de las personas.

- Si se desea contemplar y gozar de espacios más agradables y saludables, se deben proponer aceras más amplias, lo que no implica ampliar el ancho de la acera en ciudades patrimoniales como la nuestra dando preferencia al peatón, esto dependerá de la selección adecuada de las especies arbóreas y arbustivas de porte alto, porque actualmente no se cuenta con aceras cómodas para que árboles de copa grande y frondosa puedan crecer en buenas condiciones y brinden sus beneficios a los transeúntes como el cobijo de los rayos solares y la disminución de la temperatura debido al albedo del pavimento.
- Así mismo, se debe considerar en la propuesta rampas para las personas con capacidades especiales, mediante aceras más amplias lo que permitirá gozar de espacios más seguros para transitar y circular adecuadamente.

## REFERENCIAS

- García, R., Strongin, S., Brakke, A., & Recinos, A. (2010). PARQUES, ESCUELAS Y COMUNIDADES SALUDABLES: Acceso Verde y Equidad en el Condado de Orange. Los Ángeles. Recuperado el 2016, de [https://www.cityprojectca.org/blog/wp-content/uploads/2011/03/CityProject\\_OCrepo](https://www.cityprojectca.org/blog/wp-content/uploads/2011/03/CityProject_OCrepo)

rt\_SPANISH.pdf

- Malky Harb, A. (2005). SECTOR FORESTAL EN BOLIVIA. Bolivia: Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas. Recuperado el 2020, de <https://docplayer.es/53262726-Sector-forestal-en-bolivia-alfonso-malky-harb.html>
- Nahum Estrada, G. (2015). EL CUIDADO BÁSICO DE LOS ÁRBOLES. Seattle. Green gardening program. Recuperado el 2016, de [https://www.seattle.gov/util/cs/groups/public/@spu/@conservation/documents/webcontent/1\\_044706.pdf](https://www.seattle.gov/util/cs/groups/public/@spu/@conservation/documents/webcontent/1_044706.pdf)
- Pearson, D., & Craig, T. (2014). The great outdoors? Exploring the mental health benefits of natural environments. *Frontiers in Psychology*, 5. Recuperado el Abril de 2016, de <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01178>
- Alcock, I., White, M., Wheeler, B., Fleming, L., & Depledge, M. (2013). Longitudinal Effects on Mental Health of Moving to Greener and Less Green Urban Areas. *Environmental Science and Technology*. Recuperado el Enero de 2017, de <https://www.gwern.net/docs/nature/2013-alcock.pdf>
- Beyer, K., Kaltenbach, A., Szabo, A., Bogar, S., Nieto, F., & Malecki, K. (2014). Exposure to Neighborhood Green Space and Mental

- Health: Evidence from the Survey of the Health of Wisconsin. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 11(3), 3453-3472. Recuperado el Septiembre de 2015, de <http://www.mdpi.com/1660-4601/11/3/3453/htm>
- Bigues Balcells, J. (2005). RESPOSARBOLIDAD. España: EDICIONES GPS.
  - Burdette, H., & Whitaker, R. (Junio de 2005). Resurrecting free play in young children: looking beyond fitness and fatness to attention, affiliation, and affect. *ARCH PEDIATR ADOLESC MED*, 5. Recuperado el Enero de 2014, de [http://www.childrenandnature.org/uploads/Burdette\\_LookingBeyond.pdf](http://www.childrenandnature.org/uploads/Burdette_LookingBeyond.pdf)
  - Calabi, M. (23 de Octubre de 2016). LA IMPORTANCIA DE RECUPERAR EL ESPACIO PÚBLICO PARA LOS CIUDADANOS: VIVIR LAS CIUDADES. *CORREO DEL SUR*. Recuperado el 23 de Abril de 2018, de [http://correodelsur.com/ecos/20161023\\_vivir-las-ciudades.html](http://correodelsur.com/ecos/20161023_vivir-las-ciudades.html)
  - El País. (13 de Noviembre de 2016). Factores que agravan la falta de agua en Bolivia. Portada. Recuperado el 26 de Noviembre de 2016, de [https://www.eldia.com.bo/index.php?cat=1&pla=3&id\\_articulo=213040](https://www.eldia.com.bo/index.php?cat=1&pla=3&id_articulo=213040)
  - Evans, G. (2003). The Built Environment and Mental Health. *Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine*, 80(4), 536-556. Recuperado el Mayo de 2015, de [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3456225/pdf/11524\\_2006\\_Article\\_257.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3456225/pdf/11524_2006_Article_257.pdf)
  - García, C., & Ledezma, J. (2008). Censo Forestal Sistemático Mejorado. En Proyecto BOLFOR II/ CADEFOR. Santa Cruz, Bolivia: El País.
  - Gerencia de Reforestación de la Coordinación General de Conservación y Restauración de la Comisión Nacional Forestal. (2010). Prácticas de reforestación. Zapopán, Comisión Nacional Forestal, México. Obtenido de [http://www.conafor.gob.mx/BIBLIOTECA/MANUAL\\_PRACTICAS\\_DE\\_REFORESTACION.PDF](http://www.conafor.gob.mx/BIBLIOTECA/MANUAL_PRACTICAS_DE_REFORESTACION.PDF)
  - H. Municipalidad de Cochabamba. (2010). Repoblamiento Forestal Urbano. En Proyecto Piloto. Cochabamba.
  - Kaplan, S. (1995). THE RESTORATIVE BENEFITS OF NATURE: TOWARD AN INTEGRATIVE FRAMEWORK. *Journal of Environmental Psychologist*, 69, 169-182. Obtenido de <http://willsull.net/resources/KaplanS1995.pdf>



- Kuo, F., & Faber Taylor, A. (25 de Agosto de 2008). Children With Attention Deficits Concentrate Better After Walk in the Park. *Journal of Attention Disorders OnlineFirst*, Recuperado el Enero de 2017, de <http://www.agnesvandenbergnl/adhd.pdf>
- Llorens, J., & Anguix, A. (2014). Gestión técnica del arbolado viario. Congreso nacional de arboricultura XVI.
- Malky Harb, A. (2005). <http://www.udape.gob.bo/>. Recuperado el 22 de Agosto de 2016, de [http://www.udape.gob.bo/portales\\_html/diagnosticos/diagnostico2005/documentos/documento%20sector%20forestal.pdf](http://www.udape.gob.bo/portales_html/diagnosticos/diagnostico2005/documentos/documento%20sector%20forestal.pdf).
- Martínez Soto, J., Montero López, L., Córdova, & Vásquez, A. (may./jun. de 2014). Restauración psicológica y naturaleza urbana: algunas implicaciones para la salud mental. *Salud Mental*, 37 (3). Recuperado el Enero de 2017, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-33252014000300005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33252014000300005)
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (2014). [www.mmaya.gob.bo/uploads/ARBOL1.pdf](http://www.mmaya.gob.bo/uploads/ARBOL1.pdf). Recuperado el 22 de Agosto de 2016, de *Mi arbol, Forestacion y Reforestacion Nacional*: <http://www.mmaya.gob.bo>
- Moscoso, M. (Enero de 2018). *Natura Medio Ambiental*. Recuperado el Abril de 2018, de ¿Cuántos árboles se necesitan para que un ser humano respire?: <https://www.natura-medioambiental.com/category/naturaleza/>
- National Geographic. (2013). Deforestación. *Medi ambiente*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/deforestation-overview>
- Opinión. (6 de Marzo de 2010). La tala causa el 70% de desastres naturales. *Ciencia y Tecnología*. Recuperado el 26 de Octubre de 2016, de <http://www.opinion.com.bo/opinion/articulos/2011/0306/noticias.php?id=4120>
- Pérez Medina, S., & López, I. (2015). Áreas verdes y arbolado en Mérida, Yucatán. *Hacia una sostenibilidad urbana. iedad y Territorio*, xv(47), 1-33. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/est/v15n47/v15n47a2.pdf>
- Ramírez, I. (2012). *Apuntes de metodología de investigación*. Sucre: Serivicios gráficos IMAG.
- Soto, J., López Lena, M., Córdova, A., & Vásquez. (Junio de 2014). Restauración psicológica y naturaleza urbana: algunas implicaciones para la salud mental. *Salud mental*, 37(3). Recuperado el 2014, de

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-33252014000300005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33252014000300005)

- Wiskot, A. (2015). Manual de DISEÑO de calles para las ciudades Bolivianas. La Paz, Bolivia. Recuperado el 2019, de [https://www.eda.admin.ch/dam/countries/countries-content/bolivia/es/manual-calles\\_ES.pdf](https://www.eda.admin.ch/dam/countries/countries-content/bolivia/es/manual-calles_ES.pdf)
- Yepes, G., & Estrada, N. (2015). EL CUIDADO BÁSICO DE LOS ÁRBOLES. Seattle, Estados Unidos: Green Gardening Program. Recuperado el 2020, de <https://www.seattle.gov/Documents/Departments/SPU/16YepesTreePresentationFINAL2015.pdf>