



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y FORESTALES

EUPG 
ESCUELA
UNIVERSITARIA
DE POSGRADO

POSGRADO DE LA ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES



La práctica nos enseña

Diplomado en Silvicultura y Manejo del Arbolado Urbano 6ta. Versión

MONOGRAFÍA

IMPACTO DEL ARBOLADO DE GRAN PORTE EN LA INFRAESTRUCTURA
URBANA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIATURA
EN INGENIERIA FORESTAL

TRABAJO FINAL PRESENTADO POR:
ADÁN CONDORI SOLIZ

TUTOR:
ING. LAURA FAVIOLA MEDRANO SEJAS

COCHABAMBA – BOLIVIA
2025

Resumen

Este estudio aborda la problemática del arbolado en el municipio de Cochabamba, donde la falta de planificación ha generado conflictos significativos entre los árboles de gran porte y la infraestructura urbana. A través de un enfoque de estudio de caso, se identificó que la principal causa de los daños en aceras, pavimentos y tuberías es la selección de especies con sistemas radiculares superficiales y agresivos, como el ficus, sin considerar los requerimientos de espacio. La monografía propone un plan de gestión silvícola urbano proactivo basado en tres pilares: la creación de una Guía Técnica de Selección de Especies, la implementación de un censo arbóreo digital para una gestión eficiente y la educación ciudadana. Se concluye que la aplicación de estas directrices no solo disminuirá los daños y costos de mantenimiento, sino que también contribuirá a una ciudad más segura y sostenible, transformando el arbolado de un problema a un activo ambiental.

Palabras clave: Silvicultura urbana, gestión del arbolado, infraestructura urbana, daños en infraestructura, planificación urbana, municipio de Cochabamba.

Abstract

This study addresses the problem of tree planting in the municipality of Cochabamba, where a lack of planning has generated significant conflicts between large trees and urban infrastructure. Through a case study approach, it was identified that the main cause of damage to sidewalks, pavements, and pipes is the selection of species with shallow and aggressive root systems, such as ficus, without considering space requirements. The monograph proposes a proactive urban forestry management plan based on three pillars: the creation of a Technical Guide for Species Selection, the implementation of a digital tree census for efficient management, and citizen education. It concludes that the application of these guidelines will not only reduce damage and maintenance costs but will also contribute to a safer and more sustainable city, transforming trees from a problem to an environmental asset.

Keywords: Urban forestry, tree management, urban infrastructure, infrastructure damage, urban planning, municipality of Cochabamba.

1. Introducción

El arbolado urbano juega un papel fundamental en la calidad de vida de las ciudades, proporcionando beneficios ecológicos esenciales como la purificación del aire, la regulación de la temperatura y la mejora del paisaje. Sin embargo, cuando la planificación y gestión de estas áreas verdes son deficientes, surgen problemas que afectan directamente la infraestructura y la seguridad pública. En el municipio de Cochabamba, esta situación es particularmente visible, donde la falta de una planificación adecuada al plantar árboles de gran porte ha provocado el deterioro del entorno construido.

En la ciudad de Cochabamba se observa que el ancho de acera no son los adecuados con relación al tamaño de los árboles, y estos se encuentran limitados en su crecimiento y desarrollo. En muchos casos, esas especies arbóreas buscan de forma natural espacios y humedad; con el paso de los años sus raíces han rebasado las aceras para estar cómodas. Se han dado casos en que las raíces atravesaron paredes de las viviendas para alcanzar algo de humedad. Es evidente que han fragmentado las aceras en muchas calles y avenidas de la ciudad, incluso, esos espacios se han convertido en un peligro para los transeúntes y en especial para las personas con capacidades especiales.

La situación actual en calles como la Colombia, 16 de Julio y la Avenida Aniceto Arce es una clara manifestación de este problema. Las raíces de árboles de gran tamaño han crecido de manera desproporcionada, provocando el levantamiento y desnivel del pavimento de aceras y jardineras, lo que no solo genera una imagen urbanística desagradable sino que, de manera más crítica, constituye un riesgo de tropiezo y caída para los peatones. Esta problemática subraya la necesidad de un enfoque más estratégico en la silvicultura urbana, que equilibre los beneficios del arbolado con la protección de la infraestructura de la ciudad.

La presente monografía se justifica por su relevancia social y académica, ya que identifica las causas subyacentes de una problemática urbana tangible y cotidiana. En lugar de solo abordar las consecuencias, el trabajo se enfoca en por qué se plantaron especies de gran porte en espacios inadecuados, lo que ha llevado al conflicto actual entre el arbolado y la infraestructura.

El objetivo principal de esta monografía es el desarrollo de un Plan de acción para la gestión del arbolado urbano para el centro de Cochabamba para ello se realizó un análisis de las causas principales de esta situación. Esto permitirá sentar las bases para una planificación futura que garantice que las especies seleccionadas sean las adecuadas para el entorno, minimizando así los daños a la infraestructura y los riesgos para los ciudadanos. En última instancia, se busca contribuir a una ciudad más funcional, segura y estéticamente armónica.

1.1. Planteamiento y Formulación del Problema

1.1.1. Planteamiento del Problema

La causa principal de la problemática del arbolado en Cochabamba radica en la falta de una planificación técnica que data de hace mucho tiempo. Históricamente, se han plantado especies de árboles de gran porte, como los ficus, molles, fresnos, grevillas y otras especies, en espacios urbanos reducidos, tales como aceras angostas y jardineras centrales. Esta decisión mostró el crecimiento natural de estos árboles y la magnitud de sus sistemas radiculares, que están programados para expandirse en busca de agua y nutrientes. La falta de un estudio previo que evalúe el tamaño adecuado de la especie para el espacio disponible es una causa del problema actual.

Como resultado directo de esta planificación deficiente, el crecimiento descontrolado de las raíces ha generado graves daños a la infraestructura urbana. Los efectos son evidentes en el levantamiento y agrietamiento de los pavimentos y aceras, el daño a tuberías subterráneas y el deterioro general de las jardineras. Más allá de lo estético, estos daños representan un riesgo significativo para la seguridad pública, al crear obstáculos que pueden provocar caídas y accidentes a los peatones. Además, el mantenimiento y reparación de esta infraestructura dañada generan un costo económico considerable para los propietarios y el municipio.

El objetivo de este estudio, fue identificar y analizar las causas que llevaron a la plantación de especies inadecuadas en el centro de la ciudad. Segundo, a partir de este análisis, se desarrolló una propuesta de solución sostenible que equilibre los beneficios ambientales del arbolado urbano con la necesidad de proteger la infraestructura. La monografía busca ser una herramienta de referencia para la planificación futura, orientada a implementar una gestión más técnica y

consciente del arbolado, seleccionando las especies adecuadas para los espacios disponibles y garantizando así un desarrollo urbano más seguro y armónico para los ciudadanos.

1.1.2. Formulación del Problema

En el Municipio de Cochabamba, se puede observar en diferentes calles y avenidas, que el arbolado urbano, muestra una gran diversidad de especies que fueron implantadas sin considerar la magnitud de las mismas y los perjuicios que pueden ocasionar en un futuro, principalmente con la rotura de tubos de agua potable, alcantarillado, levantamiento de aceras, levantamiento de muros, así como también en el tendido eléctrico, telefónico y visibilidad de los conductores, especialmente con los de porte mayor y arbustos con abundante ramificación, que no brindan seguridad para la ciudadanía.

Con base en el problema citado anteriormente, las preguntas de investigación son:

Problema central: ¿Cómo gestionar los espacios asignados a la silvicultura urbana, enfocado en la selección adecuada de especies y en el mantenimiento, para contribuir a prevenir futuros conflictos entre el arbolado y la infraestructura en la ciudad?

¿Qué lineamientos técnicos y de planificación se deben considerar para la selección e implementación de especies de árboles para prevenir daños a la infraestructura urbana?

¿Cuáles son los tipos de daños específicos (físicos, económicos y de seguridad) que el crecimiento radicular de estas especies ha provocado en las aceras, pavimentos y redes de servicios?

¿Cómo puede un plan de gestión silvícola urbana, enfocado en la selección adecuada de especies y en el mantenimiento, contribuir a prevenir futuros conflictos entre el arbolado y la infraestructura en la ciudad?

Tabla de Contenido

1. Introducción.....	1
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema	2
1.1.1. Planteamiento del Problema	2
1.1.2. Formulación del Problema.....	3
1.2. Planteamiento de los Objetivos	4
1.2.1. Objetivo General.....	4
1.2.2. Objetivos Específicos.....	4
1.3. Justificación del Tema de Investigación.....	4
1.4. Alcances y Delimitación de la Investigación	5
2. Marco Teórico y Referencial.....	6
2.1. Marco Teórico y Conceptual.....	6
2.1.1. Árbol Urbano.....	6
2.1.2. Relación Área Verde/Número de Habitantes	6
2.1.3. Tamaño de las Especies.....	6
2.1.4. Ecología del Arbolado Urbano	7
2.1.4.1. Inconvenientes o Diservicios de los Árboles en la Vía Pública.....	7
2.1.5. Silvicultura Urbana.....	7
2.1.6. Beneficios de los árboles urbanos	8
2.2. Marco Referencial y Contextual.....	10
2.2.1. Planificación y manejo del arbolado urbano	10
2.2.2. Daño a la infraestructura causado por el arbolado urbano	15
2.2.2.1. Tipos de Daños Físicos	16
2.2.2.2. Magnitud de los Daños y Riesgos de Seguridad.....	17
2.3. Marco Legal.....	21
3. Diseño Metodológico de la Investigación	21
3.1. Enfoque Metodológico	21
3.2. Tipo de Investigación	22
3.3. Métodos y Técnicas de Recolección de Información.....	23
3.4. Fuentes de Información	23
4. Análisis de Resultados y Propuesta de Solución	24
4.1. Análisis de Resultados.....	24
4.1.1. Identificación de los factores de planificación que llevaron a la selección de especies de árboles inadecuadas para los espacios disponibles en el centro urbano.	24
4.1.2. Evaluación del tipo y la magnitud de los daños físicos y los riesgos de seguridad que el arbolado de gran porte ha causado en la infraestructura urbana.....	25

4.1.3. Proposición de un conjunto de lineamientos y recomendaciones para un plan de gestión silvícola urbana que permita la selección adecuada de especies y el mantenimiento del arbolado urbano.	26
4.2. Propuesta.....	27
4.2.1. Planificación Estratégica: Guía Técnica y Normativa.....	27
4.2.2. Gestión Operativa: Inventario y Mantenimiento Proactivo.....	28
4.2.3. Participación Ciudadana: Educación y Concientización	28
4.2.4. Aportes y Beneficios	29
4.2.5. Directrices para la Silvicultura Urbana en Cochabamba.....	29
4.2.5.1. Principios Fundamentales para la Selección de Especies.	29
4.2.5.2. Clasificación de Especies y Directrices de Plantación.	32
4.2.5.2.1. Categoría A: Arbustos y Árboles Pequeños (Altura Máxima < 5 m).	32
4.2.5.2.2. Categoría B: Árboles y Arbustos Medianos (Altura Máxima de 5 a 8 m).	33
4.2.5.2.3. Categoría C: Árboles de Gran Porte (Altura Máxima > 8 m).	34
5. Conclusiones y Recomendaciones.....	34
5.1. Conclusiones	34
5.2. Recomendaciones	35
6. Referencias Bibliográficas.....	37

Índice de Figuras

Figura 1 Daños en la infraestructura en la calle 16 de Julio	18
Figura 2 Daños en la infraestructura en la calle Colombia.....	19
Figura 3 Daños en la infraestructura en la Avenida Aniceto Arce	20

Índice de Tablas

Tabla 1 Daños a la infraestructura por especie	25
Tabla 2 Lista de árboles pequeños y arbustos aptos para jardineras en aceras de calles con interferencia de cables de baja tensión.....	30
Tabla 3 Lista de árboles pequeños y arbustos aptos para jardineras en aceras de calles con interferencia de cables de media tensión	31
Tabla 4 Lista de árboles altos para jardineras de aceras de calles, parques o jardines sin interferencia de cables de electricidad	31