UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:
Desarrollo de la Silvicultura Urbana en el Ecuador a través de un estudio documental

AUTOR(ES):
Aldahir Alexis Villarreal Cali
Alex Xavier Vargas Iza

DOCENTE - TUTOR:
M.Sc Sandra Luisa Soria Re

Puyo - Pastaza - Ecuador
2023

UEA
UNIVERSIDAD
ESTATAL AMAZÓNICA

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.

Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5.0 / 5	Cumple con los criterios
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de que se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales harrazgos y conclusiones.	5.0 / 5	Cumple con los criterios
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20.0 / 20	Cumple con los criterios
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15.0 / 15	Cumple con los criterios
5. METODOLOGÍA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordo la información.	15.0 / 15	Cumple con los criterios

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y estan claramente representados. El texto no repite infromación entregada en los cuadros y figuras.	25.0 / 25	Cumple con los criterios
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10.0 / 10	Cumple con los criterios
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5.0 / 5	Cumple con los criterios
VALORACIÓN TOTAL	100	CIEN

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	100

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
DAGOBERTO ACOSTA IGLESIAS

DAGOBERTO ACOSTA IGLESIAS (PAR CIEGO)

Dado en la ciudad de PUYO, a los 11 días del mes de SEPTIEMBRE de 2023

UEA
UNIVERSIDAD
ESTATAL AMAZÓNICA

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.

Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5.0 / 5	Conciso e informativo
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de que se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales harrazgos y conclusiones.	5.0 / 5	Presenta información necesaria
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	19.0 / 20	De acuerdo
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15.0 / 15	Ordenado y articulado
5. METODOLOGÍA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordo la información.	13.0 / 15	Expone el procesamietno de la información

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y estan claramente representados. El texto no repite infromación entregada en los cuadros y figuras.	23.0 / 25	Entrega los resultados de manera organizada
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	9.0 / 10	De acuerdo
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	4.0 / 5	Cumple
VALORACIÓN TOTAL	93	NOVENTA Y TRES

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	93

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
CHRISTOPHER OSWALDO PAREDES ULLOA

CHRISTOPHER OSWALDO PAREDES ULLOA (PAR CIEGO)

Dado en la ciudad de PUYO, a los 09 días del mes de SEPTIEMBRE de 2023

Ouriginal by Turnitin

Firmado electrónicamente por:
SANDRA LUISA

Document Information

Analyzed document	Silvicultura_Urbana_urkund_ 31 8 2023.docx (D173295588)
Submitted	8/31/2023 4:36:00 PM
Submitted by	
Submitter email	ssoria@uea.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	ssoria.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA

Áreas Verdes-Arbolado-Zona Urbana-Cantón-Portoviejo-Provincia-Manabí, Ecuador.docx
Document Áreas Verdes-Arbolado-Zona Urbana-Cantón-Portoviejo-Provincia-Manabí, Ecuador.docx (D132998015)
2

SA

TESIS TERMINADA ARAUJO CEDENO ANA GABRIELA.docx
Document TESIS TERMINADA ARAUJO CEDENO ANA GABRIELA.docx (D98535719)
2

SA

Erika Joseth Romero Espinoza.docx
Document Erika Joseth Romero Espinoza.docx (D99040470)
1

Entire Document

Desarrollo de la Silvicultura Urbana en el Ecuador a través de un estudio documental
Universidad Estatal Amazónica, Facultad Ciencias de la Tierra, Carrera de Ingeniería Forestal
Resumen Ecuador posee cuatro zonas geográficas con alta biodiversidad y amplios espacios verdes, parques y reservas que permiten la conexión con la naturaleza. Sé prevé un incremento del 70 % para 2050 en la expansión urbana, lo que representa una amenaza para la misma población al disminuir los hábitats naturales, agravar el cambio climático, reducir los espacios recreativos, aumentar la contaminación y ejercer presión sobre los servicios ecosistémicos. La silvicultura urbana emerge como disciplina clave para mitigar los problemas generados por la expansión urbana. Basada en el enfoque del Congreso Forestal Mundial de 1997, los árboles son aprovechados para mejorar los diversos servicios ambientales. Este sistema integral abarca cuencas hidrográficas, hábitats, recreación, diseño paisajístico y más. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible respaldan su enfoque integral para lograr un desarrollo global equitativo y sostenible. La silvicultura urbana en Ecuador brinda beneficios significativos para la humanidad, y al mismo tiempo que cumple la función de corredores biológicos y refugios para la biodiversidad. El objetivo de este estudio fue

Desarrollo de la Silvicultura Urbana en el Ecuador a través de un estudio documental

Aldahir Alexis Villarreal Cali[1]
aa.villarrealc@uea.edu.ec

Alex Xavier Vargas Iza[2]
ax.vargasi@uea.edu.ec

Sandra Luisa Soria Re.[3]
ssoria@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad Ciencias de la Tierra,
Carrera de Ingeniería Forestal

Resumen

Ecuador posee cuatro zonas geográficas con alta biodiversidad y amplios espacios verdes, parques y reservas que permiten la conexión con la naturaleza. Sé prevé un incremento del 70 % para 2050 en la expansión urbana, lo que representa una amenaza para la misma población al disminuir los hábitats naturales, agravar el cambio climático, reducir los espacios recreativos, aumentar la contaminación y ejercer presión sobre los servicios ecosistémicos. La silvicultura urbana emerge como disciplina clave para mitigar los problemas generados por la expansión urbana. Basada en el enfoque del Congreso Forestal Mundial de 1997, los árboles son aprovechados para mejorar los diversos servicios ambientales. Este sistema integral abarca cuencas hidrográficas, hábitats, recreación, diseño paisajístico y más. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible respaldan su enfoque integral para lograr un desarrollo global equitativo y sostenible. La silvicultura urbana en Ecuador brinda beneficios significativos para la humanidad, y al mismo tiempo que cumple la función de corredores biológicos y refugios para la biodiversidad. El objetivo de este estudio fue analizar el avance de la silvicultura urbana en Ecuador, con el fin de entender las repercusiones directas del crecimiento poblacional en entornos urbanos, sobre el medio ambiente y la biodiversidad. Se empleó una revisión sistemática de literatura, que incluyeron perspectivas de diversos autores en investigaciones experimentales, para identificar la información disponible acerca de silvicultura urbana. Incluyendo, áreas verdes y arbolado urbano, análisis de la situación de parques, biodiversidad urbana, secuestro de carbono e índice verde urbano. Además, se logró identificar las especies arbóreas y palmas (nativas y exóticas) utilizadas en las tres regiones geográficas del país, lo cual es importante porque la elección de especies nativas y exóticas en la silvicultura urbana es esencial.

Palabras Clave: arboricultura urbana, índice verde urbano, inventarios forestales.

Abstract

Ecuador has four geographical zones with high biodiversity and wide green spaces, parks and reserves that allow to connect with nature. An increase of 70 % is expected by 2050 in urban sprawl, which represents a threat to the human population by diminishing

natural habitats, exacerbating climate change, reducing recreational spaces, increasing pollution and exerting pressure on ecosystem services. Urban forestry emerges as a key discipline to mitigate the problems generated by urban sprawl. Based on the approach of the 1997 World Forestry Congress, trees are harnessed to enhance various environmental services. This comprehensive system encompasses watersheds, habitats, recreation, landscaping and more. The Sustainable Development Goals support its comprehensive approach to achieving equitable and sustainable global development. Urban forestry in Ecuador provides significant benefits for humanity, and at the same time fulfills the function of biological corridors and refuges for biodiversity. The objective of this study was to analyze the progress of urban forestry in Ecuador, to understand the direct repercussions of population growth in urban areas, on the environment and on biodiversity. A systematic review of the literature was used, which included perspectives of various authors in experimental research, to identify the available information about urban forestry issues. Including, green areas and urban trees, parks condition analysis, urban biodiversity, carbon sequestration and urban green index. In addition, it was possible to identify the arboreal and palm species (native and exotic) used in the three geographical regions of the country, which is important because the choice of native and exotic species in urban forestry is essential.

Keywords: urban arboriculture, urban green index, forest inventoriest.

1. INTRODUCCIÓN

Ecuador se encuentra entre los 20 países megadiversos del mundo, y esta riqueza biológica se atribuye a su ubicación en el neotrópico. El país posee cuatro zonas geográficas que son: Costa, Sierra, Amazonia e constituida por las islas Galápagos, cuenta con una gran diversidad de espacios verdes, que incluyen parques nacionales, reservas naturales, jardines botánicos y áreas recreativas. Estos espacios son apreciados por la población debido a su belleza escénica, la oportunidad de conectarse con la naturaleza y la posibilidad de realizar actividades al aire libre (Delgado, 2011).

Indudablemente, como lo señala Ernesto Ramírez (2018), la urbanización amenaza la biodiversidad al disminuir los hábitats naturales de especies. La expansión sin control de las áreas urbanas hacia zonas rurales es un problema, y se espera un aumento del 70 % para 2050 (Pérez et al., 2015). Como consecuencia resulta en la expansión de la huella urbana, pérdida de biodiversidad, cambio climático, inundaciones, escasez de espacios recreativos y sociales, mayor demanda de recursos, contaminación auditiva y pérdida de calidad del aire, y presión sobre la infraestructura y los servicios ecosistémicos (Lahoz, 2010).

En este contexto, la silvicultura urbana se ha convertido en una disciplina relevante para

abordar estos desafíos y promover la sostenibilidad en los entornos urbanos, pues se centra en el manejo de los árboles y la vegetación en áreas urbanas fomentando la sostenibilidad ambiental (Amaya, 2020). Aunque la expresión "silvicultura urbana" no se hizo común hasta la década de 1960, la práctica de plantar árboles en ciudades y comunidades ha existido desde tiempos remotos (Moll & Gangloff, 1987).

La silvicultura urbana aplica el concepto aprobado en el Congreso Forestal Mundial de 1997, mediante el cual "el establecimiento, manejo y ordenación de árboles y arbustos para aprovechar sus características naturales y generar servicios ambientales psicológicos, sociológicos, económicos y estéticos". Es decir, implica un sistema integral que abarca cuencas hidrográficas municipales, hábitats de especies animales, actividades recreativas al aire libre, diseño del paisaje, gestión de residuos, cuidado de los árboles y producción de fibra de madera (Gallego et al., 2014). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), impulsan la cooperación internacional, monitoreo del progreso y rendición de cuentas, con el objetivo de lograr un desarrollo más justo, sostenible y próspero en todo el mundo, abordan objetivos ligados a áreas urbanas. (Salbitano et al., 2017).

En Ecuador hay 221 municipios, de ellos solo el 5 % cumple con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual indica mantener al menos 9 m^2 de espacio verde por persona como parámetro internacional. Pero al considerar la superficie verde existente en las plazas y parques, a partir de la cartografía digital del Censo 2010, el área verde por habitante es de 4.69 m^2; por lo que existe un déficit de 4.31 m^2 por persona (Cabrera et al., 2020).

En el 2012, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), realizó un levantamiento de información con una metodología diferente a la empleada para el censo 2010, donde el índice verde urbano en el Ecuador fue de 13.01 m^2/hab, esto quiere decir que el 54 % de municipios cumple con el parámetro de la OMS, mientras que el 46 % no cumple con esta recomendación, tomando en cuenta que no existen datos del municipio de Guayaquil ya que no proporciono ningún tipo de información. De las 24 provincias que posee el país el 58 % cumple con la recomendación de la OMS, la provincia de Napo tiene el índice más alto con 76.58 m^2/hab (Espinoza, 2023).

La implementación de prácticas adecuadas de silvicultura en entornos urbanos ofrece una amplia gama de beneficios, como la conservación de la biodiversidad, la mitigación del

cambio climático, la mejora de la calidad del aire, la conservación del agua y la mejora de la calidad de vida en Ecuador, y además favorece el mantenimiento e incremento de espacios verdes y presencia de árboles que puedan actuar como corredores biológicos y refugios para especies locales, lo que ayuda a mantener la diversidad biológica en un contexto urbano (Dobbs, 2018 y Sorensen, 1998).

La presente investigación tiene por objeto, analizar el desarrollo de la silvicultura urbana en el Ecuador, con el propósito de comprender los impactos directos que resultan del aumento de la población en las áreas urbanas, sobre el medio ambiente y la biodiversidad, mediante la investigación de diferentes aplicaciones de silvicultura urbana en algunas zonas urbanas ecuatorianas. Además, se llevará a cabo la identificación de las especies arbóreas empleadas en la silvicultura urbana en el contexto ecuatoriano, teniendo en cuenta la importancia del origen de las especies utilizadas (Nativa-Exotica), a través una revisión sistemática de literatura, que proporcionará las opiniones y perspectivas de diversos autores en investigaciones experimentales como fuentes primarias de información y análisis documentales como fuente secundaria para garantizar la obtención de información confiable.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

Área de estudio

Se llevó a cabo una investigación bibliográfica focalizada en el desarrollo de la silvicultura urbana en el Ecuador, que se ubica en la costa noroccidental de América del Sur, se distingue por su rica y diversa flora y fauna. En su geografía, podemos identificar tres regiones continentales: el Oriente, la Costa y la Sierra (Varela y Ron, 2018).

Características de las zonas de estudio

La región amazónica, también conocida como el oriente ecuatoriano, es una de las cuatro regiones que componen el territorio del Ecuador. Esta vasta zona incluye las provincias de Sucumbíos, Orellana, Napo, Pastaza, Morona y Zamora. Con una extensión de 120 000 km², la selva amazónica ecuatoriana alberga una exuberante vegetación característica de los "bosques húmedos tropicales". Es importante destacar que esta área representa el 48 % del total del territorio ecuatoriano. Sus límites se encuentran definidos por cordillera de los Andes en el lado occidental, mientras que al norte se encuentra Colombia y en los límites

oriental y meridional se encuentra Perú (Varela y Ron, 2018).

La región costa o litoral está situada entre el océano Pacífico y la cordillera de los Andes. Su paisaje mayormente se compone de bosques secos y matorrales hacia el sur, mientras que hacia el norte prevalecen los bosques húmedos. La extensión de la costa ecuatoriana es de 640 km y se divide en seis provincias: Esmeraldas, Manabí, Guayas, Santa Elena y El Oro. Estas provincias comparten la característica de tener en su mayoría una salida al mar, excepto Los Ríos y Santo Domingo, las provincias se subdividen en cantones, parroquias urbanas y rurales. En el litoral se encuentran varios parques nacionales, como el de Manglares-Churute y Machalilla, que ofrecen oportunidades para practicar el ecoturismo (Varela y Ron, 2018).

La región sierra o interandina, es una amplia área que abarca 10 provincias: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja. Está situada en la cordillera de los Andes, formando valles altos donde se establecen pueblos y ciudades. Con una altitud promedio de 2 500 metros sobre el nivel del mar (m s. n. m.), los valles interandinos presentan un agradable clima. La belleza de la región sierra se destaca por sus elevados picos andinos, muchos de ellos volcanes activos, que le otorgan un perfil característico. Las cordilleras de los Andes Occidental y Oriental se enlazan, formando nudos y creando las hoyas andinas, áreas donde descansa la región en todo su esplendor (Varela y Ron, 2018).

Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo documental y no experimental, documental porque nos permite analizar a fondo datos de fuentes primarias y secundarias como tesis, libros, artículos científicos y documentos gubernamentales. Su objetivo es comprender la evolución de la silvicultura urbana en Ecuador, considerando historia, políticas, aspectos sociales y culturales (Tancara 1993, Chong de la Cruz, 2007). No experimental porque se concentra en recopilar y analizar datos existentes sobre la implementación y evolución de prácticas silviculturales en áreas urbanas, empleando fuentes secundarias como informes gubernamentales, estudios académicos y datos estadísticos para examinar la situación actual y su progreso a lo largo del tiempo (Pérez et al., 2018).

Además, esta investigación tiene un enfoque cualitativo el cual brinda una visión profunda y detallada, mediante la obtención de información sobre experiencias, percepciones y motivaciones de los actores involucrados; que es esencial para comprender el desarrollo de

la silvicultura urbana y su influencia en las ciudades ecuatorianas (Tancara 1993, Chong de la Cruz, 2007).

Método de investigación

Se empleó el método documental a través de una minuciosa revisión bibliográfica para investigar el desarrollo de la silvicultura urbana en el Ecuador. Se realizó una búsqueda exhaustiva de fuentes primarias y secundarias para respaldar la información estudiada, estas fuentes incluyen Google académico (Google Scholar), Bioweb, Researchgate, Redalyc, Science, Dialnet, SciELO (Biblioteca científica Electrónica en Línea) y Repositorios Universitarios con tesis y proyectos de titulación de grado y posgrado.

La metodología para el desarrollo de esta investigación tuvo en cuenta la evolución histórica de la silvicultura urbana y el crecimiento de las ciudades en el Ecuador, políticas y normativas relacionadas con la silvicultura urbana en el país, tendencias y prácticas actuales de la silvicultura urbana en ciudades, crecimiento de la población en áreas urbanas y su impacto en el entorno natural, evaluación del estado y calidad del ambiente y la biodiversidad en las ciudades, estudios de casos sobre proyectos de silvicultura urbana y sus resultados (Murray, 1998) y finalmente las medidas de mitigación y adaptación para enfrentar el impacto ambiental y promover la biodiversidad en áreas urbanas.

Aspecto a tener en cuenta en la valoración de la silvicultura urbana, según la región.

Se ha recopilado información relevante sobre la silvicultura urbana en la región Costa a través de diversos artículos científicos, revistas y tesis. Estos estudios abarcan la implementación de la silvicultura urbana en varias provincias como: Los Ríos, Manabí, Guayas y Santa Elena. En los cantones antes mencionados se encontró información relacionada con temas directos de silvicultura urbana como áreas verdes y arbolado urbano, análisis de la situación de parques y biodiversidad urbana. En la ciudad de Guayaquil se ha implementado un análisis de arborización al Parque Samanes.

En la región Sierra de Ecuador, se ha recopilado información relevante sobre la silvicultura urbana a través de diversos artículos científicos, revistas y tesis. Estos estudios se han centrado en la implementación de la silvicultura urbana en algunas de sus provincias, incluyendo Azuay, Carchi, Chimborazo, Imbabura y Loja. Las provincias antes mencionadas han sido objeto de análisis en temas directamente relacionados con la silvicultura urbana, como áreas verdes y arbolado urbano, evaluación de la situación de parques, biodiversidad

urbana, secuestro de carbono e índice verde urbano.

En la región amazónica, al revisar la literatura científica, se obtuvo información relevante sobre la silvicultura urbana en las provincias de Napo (ciudad de Tena) y Orellana (ciudad del Coca). En Tena, se encontró un estudio cuyo objeto es determinar la estructura y composición del arbolado urbano, así como el índice verde de la ciudad. Por otro lado, en la ciudad del Coca, se halló un estudio que identifica áreas verdes periurbanas y ejes de conexión dentro del área urbana. Estos hallazgos son destacados y significativos para la investigación en la región Amazónica, ya que proporcionan información valiosa sobre el entorno urbano y la importancia de conservar y gestionar áreas verdes en estos centros urbanos de la amazonia ecuatoriana.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudios previos sobre el crecimiento de las ciudades han evidenciado que este fenómeno se ha convertido en uno de los desafíos más sobresalientes en la actualidad. Con más personas migrando a áreas urbanas, las ciudades necesitan expandirse para darles cabida. Sin embargo, esta expansión trae consigo problemas como la pérdida de espacios naturales y la presión sobre los recursos y la infraestructura. La expansión urbana ejerce una presión considerable sobre una serie de recursos cruciales para el funcionamiento equilibrado de las ciudades (Lahoz, 2010).

A medida que los centros urbanos crecen y se desarrollan, la demanda de recursos como: tierras, agua, energía y recursos financieros aumenta significativamente. Este crecimiento conlleva a la necesidad de construir infraestructuras adicionales, lo que a su vez intensifica la demanda de recursos materiales y humanos. La pérdida de espacios verdes y áreas naturales, sumada a la congestión del tráfico y la competencia por viviendas asequibles, ilustra cómo la expansión urbana puede afectar la calidad de vida de las personas y la sostenibilidad a largo plazo de las ciudades (Bazant, 2010).

Con la intención de mitigar los problemas antes mencionados se ha implementado la silvicultura urbana como una alternativa para afrontar de manera completa y sostenible los problemas que surgen en las áreas urbanas en expansión. Esta práctica implica la siembra y gestión de árboles y vegetación en entornos urbanos con el fin de mejorar la calidad del aire, contrarrestar el calor en la ciudad, preservar la diversidad biológica, prevenir la erosión del

suelo y proporcionar áreas de esparcimiento y contacto con la naturaleza. La silvicultura urbana no solo beneficia la salud y el bienestar de los habitantes, sino que también brinda soluciones efectivas para atenuar los impactos negativos de la expansión urbana en los recursos y el entorno. Además, que propicia a futuro el desarrollo de ciudades más resilientes, saludables y sostenibles para las generaciones futuras (Meza et al., 2017).

Estudios de silvicultura urbana realizados a nivel regional

Región costa

En el cantón Portoviejo, Manabí, se realizó un estudio sobre silvicultura urbana en las parroquias urbanas: 12 de marzo, 18 de octubre, San Pablo, Francisco Pacheco, Portoviejo, Picoazá, Simón Bolívar, Andrés de Vera y Colón, que evaluó áreas verdes y arbolado. Se recopiló información de 50 espacios y se determinó la superficie de áreas verdes en colaboración con la empresa pública "Portoparques EP". Los resultados revelaron que las especies de mayor valor ecológico fueron *Albizia guachapele* (Kunth) Dugand (17.87 %) y *Tamarindus indica* L. (13.04 %), mientras que *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman y *Cecropia peltata* L. tuvieron menor relevancia con 0.38 %. Se calculó un índice de cobertura de áreas verdes de 4.92 m² por habitante, inferior a la recomendación de la OMS que estima 9 m² (Cabrera et al., 2022).

Como indica Eduarte (2018), existe escasa diversidad arbórea según el índice Shannon-Wiener de 2.34 % y un exceso de especies exóticas de 76 %, en el parque Samanes en la ciudad de Guayaquil, donde se evidencia la pérdida de especies nativas y endémicas como *Priogymnantus apertus* (B.Ståhl) P.S.Green y *Erythroxylum patens Ruiz* ex O.E.Schulz. En el área de Canchas, se observan densidades significativas de siembra de especies nativas como la seca (*Geoffroea striata* Jacq.), así como de especies exóticas como la acacia azul (*Jacaranda mimosifolia* D.Don) y el quayacán flor rosa (*Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton). Además, a través de un censo de árboles de 20 cm o más de diámetro a la altura del pecho (DAP), en el área de Muelles y Balnearios del parque Samanes, reveló que el trasplante de 175 árboles maduros careció de sustento técnico. El cuestionamiento del trasplante de árboles maduros sin sustento técnico evidencia la necesidad de revisar y mejorar la gestión del parque, especialmente al considerar su estatus como área protegida en Ecuador.

Según Cali (2022) en el cantón Pedro Carbo, provincia de Guayas, se ha logrado un

exitoso establecimiento de áreas verdes y arbolado urbano en nueve parques urbanos, aportando beneficios significativos para la población. Sin embargo, la disponibilidad de espacios verdes por habitante es una problemática. Se ha realizado una investigación que se centró en evaluar las áreas verdes y arboladas de la zona urbana de este cantón, identificando especies y calculando índices clave. El índice verde urbano (IVU) se situó en 0.45 m²/hab, reflejando la proporción de áreas verdes por persona en la población. Se registraron 10 especies y 137 individuos de siete familias botánicas, destacando Aracaceae. Las áreas verdes abarcaron 9 273 m², con 1,805 m² de cobertura arbórea. La importancia ecológica fue liderada por *Euterpe oleracea* Mart, y la menor por *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. Los índices de diversidad indicaron niveles variados en el ecosistema.

En la provincia de Santa Elena se llevó a cabo un estudio sobre la integración de las áreas verdes como herramienta pedagógica en la enseñanza de ciencias naturales para estudiantes de cuarto grado de la escuela "Presidente Alfaro". El análisis reveló que los espacios verdes en la institución no están siendo aprovechados en su totalidad, lo que dificulta la conexión de los niños con la naturaleza y limita su desarrollo sensorial y social durante las clases. La carencia de suficientes áreas verdes ha generado la necesidad de implementar estrategias que fomenten un ambiente fresco y natural en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los actores clave en la institución, como el director, docentes y padres de familia, reconocen la importancia de las áreas verdes para mejorar la calidad de vida en el entorno educativo. La implementación de estas áreas no solo mejora el paisaje, sino que también brinda un espacio cómodo y enriquecedor para las clases al aire libre, contribuyendo al desarrollo integral de los estudiantes (Rocafuerte y Tomalá, 2023).

En la provincia de Manabí se llevó a cabo una investigación enfocada en el arbolado urbano del cantón Jipijapa. El estudio abarcó un área de 16 473 m² y se centró en la evaluación de los parques públicos existentes en la zona. A través de un censo y un inventario de especies forestales, se recopiló información dasométrica de los árboles en los 10 parques del cantón. Mediante análisis cartográficos y georreferenciación de las áreas verdes, se generaron mapas que brindaron una comprensión completa del arbolado por cada parque. Los resultados destacaron que la especie más representativa fue *Azadirachta indica* A. Juss. (Neem) con un 52.22 %, mientras que *Citrus limón* L. (limoneros) fue la menos representativa con un 1.68 %. Además, el inventario realizado permitió estimar que el 62 %

de las especies en las áreas verdes y arbolado son introducidas, mientras que el 38 % restante son especies nativas (Cabrera et al., 2020).

En la provincia de Los Ríos se realizó una investigación que se enfocó en analizar la estructura y características del arbolado en la zona urbana del cantón Valencia. A través del registro y análisis de variables dasométricas, se evaluaron 16 unidades de muestreo (UM) y se identificaron 841 individuos de 63 especies pertenecientes a 31 familias botánicas. Las familias más representativas incluyeron Bignoniaceae (200 individuos). A pesar de la presencia de daños en los árboles, la diversidad y distribución fue notable, destacándose *Adonidia merrillii* (Becc.) Becc. y *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore. Se observó similitud entre algunas UM, y el índice verde urbano se situó en 2.779 m²/hab (Araujo, 2021).

Tabla 1. Especies arbóreas y palmas utilizadas para la silvicultura urbana en la región costa

Familia	Especie	Origen: Nativa/ Exótica	Provincia	Árbol/Palma
Fabaceae	*Albizia guachapele*	Nativa	Manabí	Árbol
Fabaceae	*Tamarindus indica*	Exótica	Manabí	Árbol
Fabaceae	*Geoffroea striata*	Nativa	Guayas	Árbol
Bignoniaceae	*Jacaranda mimosifolia*	Exótica	Guayas	Árbol
Bignoniaceae	*Tabebuia heterophylla*	Exótica	Guayas	Árbol
Arecaceae	*Euterpe oleracea* Mart	Nativa	Guayas	Árbol
Meliaceae	*Azadirachta indica* A	Exótica	Manabí	Árbol
Arecaceae	*Adonidia merrillii*	Exótica	Los Ríos	Palma
Bignoniaceae	*Tabebuia aurea*	Exótica	Los Ríos	Árbol

Región sierra

En la ciudad de Cuenca se realizó una investigación sobre las estimaciones del potencial de secuestro de carbono en 28 áreas verdes urbanas y las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) originadas por vehículos. La extensión total de la zona de estudio abarcó 64,51 hectáreas. Se recopilaron información relevante como el DAP, altura total del árbol, nombre común, nombre científico y familia de cada especie arbórea. Mediante un enfoque indirecto y no destructivo, se calculó que los 28 parques urbanos demostraron la capacidad de absorber 11 418.88 toneladas de carbono durante el año 2019. *Eucalyptus* sp. (39.2 %) y *Salix*

humboldtiana Willd. (11.77 %) fueron las especies más representativas entre los árboles registrados. Las especies nativas capturaron 669.08 toneladas de CO_2, mientras que las especies introducidas atraparon 10 709.8 toneladas, lo que demuestra que las especies introducidas representan el 93.79 % del total de material capturado. Adicionalmente, se determinó que el promedio de captura fue de aproximadamente 8.81 kg de CO_2/m^2/año (Muñoz y Vásquez, 2020). El arbolado en áreas urbanas provee servicios ecosistémicos vitales para el desarrollo sostenible de las ciudades. Por ende, este estudio se enfocó en caracterizar la composición florística y estructura del arbolado en la ciudad de Loja, Ecuador. Se llevó a cabo un inventario detallado de árboles con un DAP ≥ 5 cm en las principales avenidas y parques urbanos. Se describió la composición taxonómica y su origen. Se analizaron parámetros como abundancia, dominancia e índice de valor de importancia simplificado, además de comparar estructuras entre parques y avenidas. Resultados revelaron 5 259 individuos de 91 especies, incluyendo hábitos arbóreos, arbustivos y de palmas. La familia Fabaceae lideró con 17 especies, seguida por Myrtaceae (11 sp.) y las familias Bignoniaceae, Moraceae y Rosacea (5 sp). De las 91 especies, 34 (37.36 %) eran nativas y 57 (62.64 %) exóticas. *Salix humboldtiana* destacó en abundancia, seguida por *Jacaranda mimosifolia, Alnus acuminatan* Kunth, *Vachellia macracantha* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger, y *Fraxinus chinensis* Roxb. Existieron diferencias significativas en abundancia y dominancia entre parques y avenidas, el inventario forestal resulta vital para guiar la planificación y gestión del arbolado urbano (Pucha et al., 2023)

Enríquez (2020), menciona que el cambio climático causa problemas como el calentamiento global y desastres naturales debido a acciones irresponsables. El crecimiento de la población ha llevado a producir demasiados bienes y alimentos, contaminando el medio ambiente y debilitando su capacidad de recuperación. En la provincia del Carchi, en el cantón Espejo, se realizó un estudio donde se empleó la silvicultura urbana para establecer pautas en la planificación, manejo y cuidado del arbolado urbano y periurbano. A través de un análisis cuantitativo y cualitativo, se identificaron 51 árboles: 29 de especies exóticas y 22 de especies nativas. La salud del arbolado es en general buena, solo el 13.7 % presenta plagas. En cuanto a daños en el espacio público, se encontró que el 35.29 % de los árboles presentan daños, principalmente en las avenidas.

El cuidado de los espacios verdes en las ciudades es esencial para el bienestar y calidad

de vida de las personas. Un estudio realizado en Tulcán evaluó la percepción de la población sobre estos espacios para proponer mejoras sostenibles. Se utilizaron métodos descriptivos y evaluativos, incluyendo observación directa, entrevistas y encuestas, en 21 áreas verdes, como parques y plazas, elegidas por tamaño y valor cultural. Las especies forestales más representativas fueron *Cupressus macrocarpa* (Vent.) A.Cunn., *Myrcianthes hallii* (O.Berg) McVaugh y *Acacia melanoxilum* R.Br. Alrededor del 70 % de la superficie evaluada estaba compuesta por áreas verdes, con un promedio de 4.3 m² de área verde por habitante. Faltaban estacionamientos, baños, áreas deportivas y recreativas. Se encontraron carencias en estacionamientos, instalaciones sanitarias, áreas deportivas y recreativas, así como problemas en limpieza, sitios de descanso y elección de materiales. Es esencial que los encargados tomen medidas sostenibles para mejorar y aumentar los espacios verdes en Tulcán, con estudios que consideren aspectos económicos, sociales y ecológicos, involucrando a la comunidad. Además, es importante cumplir con los estándares recomendados de área verde por habitante de 9-16 m²/hab por la OMS (Santacruz, 2019).

El arbolado en áreas urbanas brinda beneficios clave, con miras a una ciudad sostenible, en la ciudad de Ibarra, se realizó un estudio que tuvo como propósito desarrollar un muestreo diagnóstico del arbolado en dos parques centrales de Ibarra, evaluando árboles con diámetros de tronco mayores a 10 cm de DAP. Se identificaron 119 árboles pertenecientes a 25 familias y 34 géneros, en el parque la Merced, la especie *Jacaranda mimosifolia* predomina con 14 individuos, en el parque Pedro Moncayo destaca la especie *Callistemon citrinus* Skeels con 15 individuos. Las especies exóticas predominan en la muestra. Se observó que el 58 % de los árboles presentan riesgo fitosanitario, el 40.3 % sufren daños mecánicos por factores antrópicos y bioclimáticos, el 33.6 % están afectados por plagas o enfermedades, y el 42.9 % tienen deterioro moderado o alto. La gestión insuficiente y la baja conciencia forestal contribuyen a las problemáticas fitosanitarias en el arbolado urbano. En este estudio se concluyó que es necesario intervenir con enfoque técnico de silvicultura urbana para reducir el riesgo de accidentes (Aguilar et al., 2023)

Con el objetivo de calcular el índice verde del componente forestal en el área urbana del cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. Se realizó un inventario cuantitativo de especies arbóreas con un DAP mayor de 10 cm. Las familias con mayor diversidad de especies son Arecaceae, liderando con 35 individuos (22.01 %), seguida por Oleaceae con

22 (13.84 %) y Myrtaceae con 21 individuos (13.21 %,). Salicaceae y Araucariaceae ocupan el tercer lugar con 16 individuos cada una de ellas (10.06 %). Otras familias presentan menos de 10 especies. Los parques se clasificaron en categorías de tamaño. El cálculo del área verde en relación con la población se basó en datos de la Jefatura de Avalúos y Catastros del municipio, revelando 73 parques pequeños, 25 medianos y 7 grandes, con un índice verde urbano de 2.82 m²/habitante. Se constató que el 69.52 % de los parques son pequeños, el 24.76 % mediano y solo un 5.72 % son grandes, totalizando 518 411.45 m². La ciudad cumplió apenas con el 31.11 % del índice de áreas verdes urbanas recomendado por la OMS. Se sugiere una planificación de parques que considere su rol estructural para un desarrollo urbano equilibrado y no solo como elementos secundarios (Ocles, 2021).

Tabla 2. Especies arbóreas utilizadas para la silvicultura urbana en región Sierra

Familia	Especie	Origen: Nativa/ Exótica	Provincia
Myrtaceae	*Eucalyptus Sp*.	Exitosa	Azuay
Salicaceae	*Salix humboldtiana*	Exótica	Azuay/Loja
Bignoniaceae	*Jacaranda mimosifolia*	Exótica	Loja
Betulaceae	*Alnus acuminata*	Nativa	Loja
Fabaceae	*Vachellia macracantha*	Nativa	Loja
Oleaceae	*Fraxinus chinensis*	Exótica	Loja
Cupressaceae	*Cupresus macrocarpa,*	Exótica	Carchi
Myrtaceae	*Myrcianthes hallii*	Exótica	Carchi
Fabaceae	*Acacia melanoxilum*	Exótica	Carchi

Región Amazónica del Ecuador (RAE)

El estudio destaca áreas verdes periurbanas y conexiones en la ciudad del Coca. El sistema vial actual provoca asentamientos aislados y escasez de áreas verdes. La movilidad en bicicleta y a pie es común. Se requiere planificación de asentamientos, regulación de crecimiento y una red verde para controlar áreas naturales y bosques, logrando una ciudad sostenible, conectada y con movilidad ecológica. Se basa en teorías de ciudad compacta, control de expansión, ecología y horticultura urbana. El análisis de las variables estratégicas revela desequilibrios territoriales en el cantón. En primer lugar, se nota una distribución desigual de la población en el territorio. Existe una densidad poblacional alta en el área urbana de El Coca, con cifras que van desde 5 000 hasta 15 000 hab/km² en el centro de la

ciudad y entre 1 000 a 4 000 hab/km² en las afueras. En cambio, en la zona rural que comprende el 9 % del territorio cantonal, la densidad es menor a 500 hab/km², indicando un asentamiento disperso. En el sector rural, prevalecen áreas con baja densidad y limitado desarrollo humano, caracterizadas por la carencia de servicios básicos y de infraestructura, así como la falta de educación en la población. Por otro lado, en el área urbana, El Coca ha experimentado un crecimiento concentrado, evidenciado por la alta densidad poblacional en el centro de la ciudad (Patiño, 2018)

Este estudio tuvo como objetivo analizar la estructura y composición del arbolado urbano e índice verde en la ciudad de Tena, en la Provincia de Napo. Se realizó una fase de campo para delimitar el área de estudio, georreferenciarla y realizar censos y muestreos biológicos. En la fase de laboratorio, se aplicaron tratamientos a las muestras recolectadas, como el secado y prensado en el herbario. Luego, se sistematizaron los datos y se calcularon índices como Shanoon, Simpson, Índice de Valor de Importancia e Índice de Verde Urbano para su interpretación. Las áreas se dividieron en dos categorías, con 1 440 m² de áreas verdes en parques y 1 063 m² en avenidas. Además, el índice de área verde por habitante resultó ser de 0.83 m². El inventario totalizó 458 individuos, donde las formas de vida incluyeron árboles (24.24 %), arbustos (23.36 %) y palmeras (52.40 %), agrupados en 22 familias, 38 géneros y 37 especies. Las especies más significativas en términos de Índice de Valor de Importancia fueron *Syagrus sancona* H.Karst. (18.13 %), *Roystonea regia* (16.87 %), *Brownea grandiceps* O.F.Cook (11.48 %) y *Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm. (7.14 %), mientras que 21 especies presentaron un IVI menor al 1 % y se consideran menos relevantes. Se sugiere ampliar la investigación futura mediante el uso de técnicas de teledetección para una evaluación más abarcadora (Romero, 2021).

Tabla3. Especies arbóreas y palma utilizadas para la silvicultura urbana en la región Amazónica del Ecuador (RAE)

Familia	Especie	Origen: Nativa/Exótica	Provincia	Árbol/Palma
Arecaceae	*Syagrus sancona*	Nativa	Napo	Palma
Arecaceae	*Roystonea regia*	Exótica	Napo	Palma
Fabaceae	*Brownea grandiceps*	Exótica	Napo	Árbol
Lauraceae	*Ocotea quixos*	Nativa	Napo	Árbol

DISCUSIÓN

En la región costera, se ha evidenciado la presencia de especies exóticas y nativas dominantes en el arbolado urbano. Según Eduarte (2018), si bien estas especies pueden tener beneficios estéticos y de crecimiento rápido, también plantean desafíos en términos de diversidad y resiliencia del ecosistema urbano. La necesidad de equilibrar la utilización de especies exóticas y nativas se vuelve evidente, especialmente en la búsqueda de una mayor biodiversidad y la adaptación a posibles impactos climáticos.

En la región Sierra, en provincias como Azuay, Loja y Carchi, la diversidad de especies utilizadas en la planificación de áreas verdes muestra un enfoque más integral en la selección de especies, incluyendo tanto especies exóticas como nativas. Muños y Vásquez (2020) mencionan que la presencia de especies exóticas como *Eucalyptus sp* y *Jacaranda mimosifolia* refleja la búsqueda de especies que puedan adaptarse a condiciones urbanas, pero también se observa la inclusión de especies nativas como *Vachellia macracantha*, que contribuyen a la conectividad con el entorno natural local (Pucha et al., 2023).

En la región Oriente, el estudio en la provincia de Napo destaca la necesidad de evaluar y planificar áreas verdes en respuesta a las dinámicas específicas de cada entorno urbano. El énfasis en la evaluación de especies según su Índice de Valor de Importancia subraya la importancia de seleccionar especies que tengan un impacto significativo en la mejora de la calidad del entorno urbano. Además, la recomendación de utilizar técnicas de Teledetección para futuras investigaciones sugiere la importancia de la innovación tecnológica en la planificación y gestión de áreas verdes (Romero, 2021).

En términos generales, estos estudios subrayan la necesidad de una estrategia de silvicultura urbana que incluya una combinación adecuada de especies exóticas y nativas, considerando aspectos ecológicos, estéticos y funcionales. Además, enfatizan la importancia de la diversidad de especies para mejorar la resiliencia de los ecosistemas urbanos y enfrentar los desafíos planteados por el cambio climático y la expansión urbana.

Es importante reconocer que cada región tiene sus propias particularidades y desafíos, lo que destaca la importancia de adaptar las estrategias de silvicultura urbana a las condiciones locales. Estos estudios proporcionan una base sólida para la toma de decisiones informadas en la planificación urbana y la gestión de áreas verdes, con el objetivo de crear ciudades más

sostenibles, resilientes y agradables para las generaciones presentes y futuras. Sin embargo, es esencial continuar investigando y monitoreando estos sistemas para asegurar que las estrategias adoptadas estén en línea con los objetivos de sostenibilidad y bienestar de la comunidad.

CONCLUSIONES

Se determinó que, en Ecuador, se encuentran ejecutados proyectos de silvicultura urbana, los cuales abordan los desafíos de la expansión urbana, promoviendo la sostenibilidad ambiental y mejorando la calidad de vida en áreas urbanas.

En la región costa, en las provincias de Guayas, Manabí y los Ríos se han realizado varias investigaciones, que evalúan áreas verdes y arbolado urbano. Se destaca que las especies arbóreas y de palma más utilizadas son especies exóticas como exóticas como *Tamarindus indica* (Fabácea), *Jacaranda mimosifolia, Tabebuia heterophylla y Tabebuia aurea* (Bignoniaceae), *Adonidia merrillii* (Arecaceae) y *Azadirachta indica* A (Meliaceae), mientras que las especies nativas más utilizadas fueron *Albizia guachapele* y *Geoffroea striata* (Fabaceae) y *Euterpe oleracea* Mart (Arecaceae).

En las provincias de Azuay, Loja y Carchi de la region Sierra, se han llevado a cabo diversas investigaciones que se centran en la evaluación de áreas verdes y arbolado urbano, revelado un patrón en el uso de especies arbóreas. Predominan las especies exóticas como *Eucalyptus Sp* y *Myrcianthes hallii* (Myrtaceae), *Salix humboldtiana* (Salicaceae), *Jacaranda mimosifolia* (Bignoniaceae), *Acacia melanoxilum* (Fabaceae), *Fraxinus chinensis* (Oleaceae) y *Cupressus macrocarpa* (Cupressaceae). Por otro lado, también se ha observado el uso de especies nativas como *Vachellia macracantha* (Fabaceae) y *Alnus acuminata* (Betulaceae). Estos hallazgos resaltan la diversidad de especies utilizadas en la planificación de áreas verdes urbanas, y su consideración podría ser esencial para mejorar la resiliencia y la sostenibilidad en entornos urbanos de la región Sierra.

En la región Oriente, específicamente en la provincia de Napo, se lleva a cabo un estudio que se enfoca en evaluar áreas verdes y arbolado urbano. El inventario incluye 458 individuos, con árboles representando el 24.24 %, arbustos el 23.36 % y palmeras el 52.40 %, pertenecientes a 22 familias, 38 géneros y 37 especies. Se destacan especies nativas como *Syagrus Sancona* (Arecaceae) y *Ocotea quixos* (Lauraceae), junto con exóticas como *Roystonea regia* (Arecaceae) y *Brownea grandiceps* (Fabaceae) y según su Índice de Valor

de Importancia.

RECOMENDACIONES

Dado que las diferentes regiones presentan variaciones climáticas y desafíos únicos, es esencial desarrollar estrategias de silvicultura urbana que tengan en cuenta las condiciones climáticas locales. La selección de especies resistentes al estrés hídrico, la sequía y otras condiciones extremas puede mejorar la supervivencia de los árboles en entornos urbanos cambiantes. La adaptación al cambio climático debe ser una consideración central para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de los proyectos de silvicultura urbana en todas las regiones.

Recomendamos promover la educación y participación comunitaria en la silvicultura urbana mediante talleres y charlas para concienciar sobre espacios verdes. Involucrar a la comunidad en decisiones y planificación fortalece el compromiso ciudadano. Además, es crucial integrar la silvicultura en la planificación a largo plazo de la ciudad, creando áreas verdes variadas que enriquezcan la vida urbana y conecten con la naturaleza. Ademas tambien se recomienda usar técnicas de Teledetección para ampliar futuras investigaciones.

REFERENCIAS

Aguilar, L. F. G., Benavides, J. G. C., Valenzuela, X. G. V., Molina, E. M. V., y Guerrero, M. J. C. (2023). Diagnóstico del arbolado Urbano en la Ciudad de Ibarra, como base para una gestión de arbolado más humano. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7*(2), 5613-5632. Recuperado de https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/5743/8686

Amaya Gallo, L. (2020). *Condiciones de habitabilidad urbana a partir de elementos de vegetación: Una reflexión sobre los espacios verdes urbanos, su manejo y papel en los procesos de desarrollo de la ciudad.* (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78485

Araujo Cedeño, A. G. (2021). *Estructura y caracterización dasométrica del arbolado en la zona urbana del cantón Valencia, provincia de Los Ríos.* (Tesis de Ingeniería, Universidad Técnica de Quevedo). Recuperado de https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5e8117c2-9fc6-4fa5-a891-90e899d7779e/content

Bannister, J. R., Donoso, P. J., & Mujica, R. (2016). La silvicultura como herramienta para la restauración de bosques templados. *Bosque (Valdivia), 37*(2), 229-235. Recuperado de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92002016000200001&script=sci_arttext&tlng=en

Bazant, J. (2010). Expansión urbana incontrolada y paradigmas de la planeación urbana. *Espacio abierto, 19*(3), 475-503. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/122/12215112003.pdf

Cabrera Verdesoto, C. A., Macías Cedeño, L. E., Mieles Segura, K. A., Jiménez González, A. y Manrique Tóala, T. O. (2022). Áreas verdes y arbolado en la zona urbana del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador. *Siembra, 9(*1). doi: https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3380

Cabrera Verdesoto, C., Ponce Macías, C., Cantos Cevallos, C., Morán Morán, J., & Cabrera Verdezoto, R. (2020). Áreas verdes y arbolado en la zona urbana del cantón Jipijapa. *Revista Ciencia y Tecnología, 13*(2), 47-53. doi: https://doi.org/10.18779/cyt.v13i2.392

Cali Ligua, V. L. (2022). *Evaluación de las áreas verdes y arbolado de la zona urbana del cantón Pedro Carbo, provincia del Guayas* (Tesis de licenciatura, Universidad Estatal DEL sur de Manabí). Recuperado de https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4038/1/Cali%20Ligua%20Valeria%20Lissette.pdf

Delgado Cueva, T. (2011). *Evolución de la diversidad vegetal en Ecuador ante un escenario de cambio global*. (Tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid). Recuperado de https://docta.ucm.es/handle/20.500.14352/47633

Díaz, V., Sosa-Ramírez, J., y Pérez-Salicrup, D. R. (2012). Distribución y abundancia de las especies arbóreas y arbustivas en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Polibotánica,* (34), 99-126. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n34/n34a4.pdf

Dobbs, C., Eleuterio, A. A., Amaya, J. D., Montoya, J., & Kendal, D. (2018). Beneficios de la silvicultura urbana y periurbana. *Unasylva: revista internacional de silvicultura e industrias forestales, 69*(250), 22-29. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7455601

Eduarte Ramírez, K. L. (2018). *Análisis de la arborización del Parque Samanes en la ciudad de Guayaquil, Ecuador* (Tesis de licenciatura, Universidad de Guayaquil). Recuperado de https://es.scribd.com/document/634767306/Katherine-Eduarte-Tesis-arborizacion#

Enríquez Cuatín, C. A. (2020). *Estado actual del arbolado urbano y periurbano en el cantón Espejo, provincia del Carchi* (Tesis de Ingeniería, Universidad Técnica del Norte). Recuperado de http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10381/2/03%20FOR%20305%20TRABAJO%20GRADO.pdf

Espinoza Jaramillo, D. (2023). *Disponibilidad de infraestructura verde en zonas de expansión urbana como medida de adaptación al cambio climático. Caso de estudio parroquia de Calderón Quito-Ecuador. Período 2016-2021* (Tesis de Especialización en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales). Recuperado de https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/19264/2/TFLACSO-2023DFEJ.pdf

Gallardo, J., Tabares, A., & Hernández, S. G. (2014). Manual de silvicultura urbana para Manizales. *CHEC, Alcaldía de Manizales, CORPOCALDAS y Universidad de Caldas. Manizales*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/281275309_Manual_de_Silvicultura_Urbana_

para_Manizales

García Hidalgo, Y. y Balmaseda Espinosa, C. E. (2013). Índice simplificado de gestión de la cuenca del río Naranjo, municipio Majibacoa, provincia Las Tunas. *Revista ciencias técnicas agropecuarias, 22*(1), 45-49. Recuperado de http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v22n1/rcta08113.pdf

Gómez Ochoa, S. (2018). *La silvicultura en la planificación urbana sostenible en el centro de Medellín–Colombia.* (Tesis de Maestría, Escuela de Administración, Economía y Negocios). Recuperado de https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/9130/La_silvicultura_planificaci%C3%B3n_urbana_sostenible.pdf?sequence=1#:~:text=No%20obstante%2C%20en%20la%20Silvicultura,agua%20y%20los%20suelos%3B%20por

Gómez-Luna, Eduardo, Fernando-Navas, Diego, Aponte-Mayor, Guillermo, & Betancourt-Buitrago, Luis Andrés. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *DYNA, 81*(184), 158-163. doi: https://doi.org/10.15446/dyna.v81n184.37066

Indacochea, B., Parrales, J., Hernández, A., Castro, C., Vera, M., Zhindón, A., y Gabriel, J. (2018). Evaluación de medios de cultivo in vitro para especies forestales nativas en peligro de extinción en Ecuador. *Agronomía Costarricense, 42*(1), 63-89. Recuperado de https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v42n1/0377-9424-ac-42-01-63.pdf

Lahoz Rodríguez, E. (2010). Reflexiones medioambientales de la expansión urbana. *Cuadernos geográficos*, (46), 293-313. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/171/17117027013.pdf

Linares Dueñas, H. y Garate Quishpe, J. (2018). Diversidad, dominancia y distribución arbórea en Madre de Dios, Perú. *Revista Forestal del Perú, 33*(1), 4-23. Recuperado de https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/rfp/article/view/1152

Márquez, F. (2010). Diseño participativo, no es una enunciación demagógica. *Publicación Programa Biodiversidad Urbana*, 3. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7343129

Meza Aguilar, M., Velázquez Ramírez, L., y Larrucea Garritz, A. (2017). Recuperación de áreas verdes urbanas. La importancia del diagnóstico fitosanitario para la intervención. *Legado de Arquitectura y Diseño, 12*(22), 2-4. Recuperado de https://www.redalyc.org/journal/4779/477951390005/477951390005.pdf

Moll, G. y Gangloff, D. (1987). Silvicultura urbana en los Estados Unidos. *Revista Unasylva, 155*(39), 36-45. Recuperado de https://www.fao.org/3/s1930s/s1930s05.htm

Muñoz Tello, M. E. y Vásquez Córdova, E. G. (2020). *Estimaciones del potencial de captura de carbono en los parques urbanos y emisiones de CO2 vehicular en Cuenca, Ecuador* (Tesis de Ingeniería, Universidad Técnica Salesiana Sede en Cuenca). Recuperado de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18390/1/UPS-CT008694.pdf

Murray, S. 1998. Silvicultura Urbana y Periurbana en Quito, Ecuador: Estudio de Caso. Roma, FAO. https://www.fao.org/3/W7445S/w7445s00.htm

Ocles Morales, J. J. (2021). *Cálculo del índice verde del componente forestal del área urbana del cantón de Riobamba provincia de Chimborazo.* (Tesis de Ingeniería, Universidad Superior politécnica de Chimborazo). Recuperado de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15946/1/33T00327.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023). FAO. Recuperado de https://www.fao.org/sustainable-forests-management/es/

Patiño Mendoza, F. H. (2019). *La Red Verde como estructurador del territorio, caso El Coca y su entorno rural* (Tesis de Magíster, Universidad Técnica Particular de Loja). Recuperado de https://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/23661

Pérez Prada, F., Velázquez Romera, G., Fernández Añez, M., y Dorao Sánchez, J. (2015). Movilidad inteligente. *Economía industrial,* (395), 111-121. Recuperado de https://oa.upm.es/53761/

Priego González de Canales, C. (2002). Beneficios del arbolado urbano. Recuperado de https://digital.csic.es/bitstream/10261/24578/1/Beneficios%20del%20arbolado%20urbano.pdf

Promis, Á. (2020). Plantaciones nativas o exóticas: Reflexiones sobre los impactos ambientales en Chile. *Ecología Austral, 30*(2), 191-198. Recuperado de https://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/1064

Pucha-Cofrep, D. A., Lozano, D., Jumbo, N., Fernández, P., Armijos, A., Macas, M. F. y Merino, B. (2023). Caracterización florística y estructura del arbolado urbano de la ciudad de Loja. *Bosques Latitud Cero, 13*(2), 1-22. doi: https://doi.org/10.54753/blc.v13i2.1886

Ramírez Castelán, E. E. (2018). *Depredación de nidos artificiales de aves en el Santuario de Bosque de Niebla en Xalapa-Enríquez, Veracruz* (Tesis de licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla). Recuperado de https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/4c7edd6a-ebde-4748-aa83-09487ae7f0e1/content

Rocafuerte Gonzabay, C. A. y Tomalá Pozo, J. D. (2023). *Las áreas verdes como estrategia pedagógica en la enseñanza-aprendizaje en el campo de conocimiento del área de ciencias naturales para los niños de cuarto grado de educación básica elemental de la escuela Presidente Alfaro* (Tesis de licenciatura, Universidad Estatal Península de Santa Elena). Recuperado de https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9369/1/UPSE-TEB-2023-0019.pdf

Romero Espinoza, E. J. (2021). *Estructura y composición del arbolado urbano e índice verde de la ciudad del Tena, ubicado en el cantón Tena, provincia de Napo*. (Tesis de Ingeniería, Universidad Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15822/1/33T00263.pdf

Salbitano, F., Borelli, S., Conigliaro, M., y Chen, Y. (2017). Directrices para la silvicultura urbana y periurbana. Estudio FAO: Montes (FAO) spa no. 178. Recuperado de https://www.fao.org/documents/card/es/c/6a12f562-589e-4cdb-aa28-d3c9c969ef8c

Santacruz Vallejo, S. A. (2019). *Evaluación de las áreas verdes urbanas de la ciudad de Tulcán, provincia del Carchi, como contribución a un plan de sustentabilidad urbana* (Tesis de Maestría, Universidad Técnica del Norte). Recuperado de http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9176/2/PG%20726%20TESIS.pdf

Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K., & Williams, J. (1998). Manejo de las áreas verdes urbanas. Recuperado de https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/80827/mod_resource/content/1/Manejo%20de%20las%20areas%20verdes%20urbanas_BM_1997.pdf

Tancara, Q, C. (1993). LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL. *Temas Sociales*, (17), 91-

106. Recuperado en 11 de agosto de 2023, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0040-29151993000100008&lng=es&tlng=es.

Terán, F. D. (1969). Ciudad y urbanización en el mundo actual. Recuperado de https://oa.upm.es/11050/3/capitulo_03.pdf

Tovar-Corzo, G. (2013). Aproximación a la silvicultura urbana en Colombia. *Revista Bitácora Urbano Territorial, 22*(1), 119-136. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/748/74829048012.pdf

Varela, L. A. y Ron, S. R. 2018. Geografía y clima del Ecuador. [BIOWEB] Recuperado de https://bioweb.bio/fungiweb/GeografiaClima/

MARCO TEÓRICO

Silvicultura

La silvicultura, disciplina esencial en la gestión de los recursos naturales, se constituye como la práctica encargada del manejo y cultivo de los bosques y recursos forestales. Su alcance abarca una diversidad de prácticas y enfoques dirigidos a mantener la salud y equilibrio de los ecosistemas forestales. Su relevancia se destaca en la conservación de la biodiversidad y la preservación de ecosistemas vitales para la salud del planeta (Bannister et al., 2016).

Urbanización

En la conceptualización propuesta por Gottmann (1965) citado por Terán (1969, p.117), la urbanización se refiere a un proceso que involucra aspectos económicos, sociales, políticos y culturales, y que guía a la humanidad hacia nuevas formas de vida en sociedad, cada vez más urbanas y menos centradas en la agricultura. Esta evolución se basa en la concentración de personas en áreas densamente pobladas y en ocupaciones que no están vinculadas al trabajo agrícola.

Silvicultura Urbana

La silvicultura urbana se define como la planificación consciente, integrada y sistemática de la disposición de árboles en entornos urbanos, con el propósito de generar un impacto positivo en el bienestar físico, social y económico de la sociedad en la ciudad. Esta disciplina abarca diversas dimensiones, siendo versátil en su enfoque, y engloba desde la gestión de áreas arboladas hasta la atención a grupos arbóreos que coexisten con densas concentraciones de personas. Además, abarca una amplia variedad de espacios habitados, incluyendo calles, parques y aceras, junto con una diversidad de hábitats (Tovar, 2013).

Importancia de la Silvicultura Urbana

La importancia de la Silvicultura Urbana se resalta mediante aspectos directamente vinculados a políticas nacionales e internacionales concernientes al conocimiento, aprecio y preservación de la diversidad biológica. Estos aspectos abarcan la provisión de refugio para diversas especies de fauna y flora, así como la conservación de recursos hídricos y suelos. En contextos urbanos su importancia radica en su capacidad para contrarrestar los efectos adversos de la urbanización. En medio del crecimiento acelerado de las ciudades, la presencia planificada de áreas verdes y vegetación no solo proporciona un ambiente estético y recreativo, sino que también desempeña un rol vital en la mitigación de los impactos negativos de la urbanización. Los árboles y la vegetación actúan como filtros naturales que purifican el aire al absorber contaminantes y liberar oxígeno. Además, contribuyen a reducir la temperatura urbana a través de la sombra y la evaporación, contrarrestando el efecto de isla de calor urbano. Estos espacios verdes también ayudan a manejar el agua al absorber el exceso de lluvia y prevenir inundaciones, y protegen los suelos de la erosión (Gómez, 2018).

Áreas verdes urbanas

Las áreas verdes urbanas se erigen como zonas inclusivas por excelencia en la ciudad. Actúan como puntos de encuentro donde todas las personas, sin importar su edad, trasfondo social o situación económica, pueden reunirse. En estos lugares, se puede disfrutar de la naturaleza y áreas para relajarse y contemplar. La alta calidad de estos espacios contribuye a que todos tengan las mismas oportunidades, algo que a menudo resulta complicado lograr a través de otros aspectos de la administración pública (Márquez, 2010).

Arbolado Urbano

El arbolado urbano engloba todos los árboles presentes en una ciudad, ocupando tanto espacios públicos como áreas verdes como parques, plazas y aceras, así como también espacios privados en patios y predios. No obstante, su importancia va más allá de determinar las características de la especie, como su tipo de copa o raíz, o si sus hojas son perennes o caducas. Más bien, implica un profundo entendimiento de su biología y su interacción con el entorno circundante. Esto comprende su comportamiento, su relación con el medio ambiente y, especialmente, la influencia de diversos factores que interactúan con él en la urbe (Priego, 2002).

Ventajas del arbolado urbano

El arbolado urbano ofrece múltiples ventajas, como mejorar la calidad del aire al absorber carbono y liberar oxígeno, reducir la temperatura urbana, conservar el agua al reducir la escorrentía y proporcionar hábitats para la fauna. Además, brinda espacios de recreación, embellece la ciudad y contribuye a una mayor calidad de vida en entornos urbanos. Estas ventajas demuestran cómo el arbolado urbano no solo agrega valor visual, sino que también desempeña un papel esencial en la mejora de la calidad de vida y la sostenibilidad en las ciudades modernas (Priego, 2002).

Especies forestales nativas

Las especies forestales nativas son aquellas plantas y árboles que son originarios de una región específica y que han evolucionado y se han adaptado naturalmente a las condiciones climáticas, de suelo y ecológicas de esa área. Estas especies son parte del ecosistema natural y han coexistido con otras especies en el área durante un largo período de tiempo. Debido a su adaptación a las condiciones locales, a menudo juegan un papel importante en la biodiversidad y el equilibrio ecológico de un ecosistema forestal (Indacochea et al, 2018).

Especies forestales Exóticas

Las especies forestales exóticas, también conocidas como especies no nativas o introducidas, son aquellas que no son originarias de una región en particular, sino que han sido llevadas deliberadamente o se han establecido en esa área a través de procesos naturales o humanos. Estas especies pueden haber sido introducidas para fines ornamentales, maderables u otros usos. Las especies exóticas pueden tener un impacto en los ecosistemas nativos y en la biodiversidad, ya que pueden competir con las especies nativas por recursos y cambiar las dinámicas del ecosistema (Promis, 2020).

Abundancia

La abundancia de especies forestales se refiere a la cantidad o frecuencia de individuos de una especie vegetal particular dentro de un ecosistema forestal determinado. En otras palabras, es la medida de cuántos individuos de una especie específica están presentes en un área forestal o bosque en particular. Esta medida proporciona información sobre la presencia y la densidad relativa de diferentes especies en el entorno forestal (Díaz, Sosa y Pérez 2012).

Dominancia

La dominancia de especies forestales se refiere a la importancia relativa de una especie en comparación con otras en un ecosistema forestal. Una especie dominante es aquella que

tiene una influencia significativa en la estructura y la composición del bosque debido a su tamaño, distribución y capacidad para competir con otras especies por recursos como la luz, el agua y los nutrientes (Linares y Garate, 2018).

Indice de valor de importancia simplificado

El Índice de Valor de Importancia Simplificado es una métrica utilizada para evaluar la importancia relativa de diferentes especies en un ecosistema, como un bosque. Se calcula sumando los valores de abundancia y dominancia de cada especie. El IVIS proporciona una manera cuantitativa de comparar y priorizar especies según su contribución a la estructura y función del ecosistema. Se utiliza comúnmente en estudios ecológicos y de manejo forestal para ayudar a tomar decisiones informadas sobre la conservación y el manejo de la biodiversidad forestal (Garcia y Balmaseda, 2013).

Objetivos de Desarrollo Sostenible en relación con la silvicultura urbana

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) tienen una estrecha relación con la silvicultura urbana, ya que esta práctica contribuye de manera significativa a la consecución de varios de estos objetivos. La silvicultura urbana impulsa la creación de empleo y medios de subsistencia a través de actividades forestales (ODS 1), proporciona alimentos forestales y seguridad alimentaria local (ODS 2), mejora la calidad del aire y el bienestar mental al aumentar áreas verdes en ciudades (ODS 3), contribuye al mantenimiento de agua limpia y a la regulación hídrica (ODS 6), posibilita el acceso a energía asequible mediante recursos como la biomasa (ODS 7), genera empleo digno en la gestión forestal (ODS 8), promueve ciudades sostenibles mediante espacios verdes y reducción de contaminación (ODS 11), contribuye a la acción climática mediante la captura de carbono y mitigación del efecto isla de calor (ODS 13), y fomenta la conservación de biodiversidad y hábitats terrestres en entornos urbanos (ODS 15) (Salbitano et al., 2017).

En Ecuador, las regulaciones y leyes relevantes para la silvicultura urbana incluyen:

Constitución de la República del Ecuador (2008): La Constitución ecuatoriana establece los derechos de la naturaleza y el deber del Estado de garantizar su conservación y restauración. Esto podría ser relevante para la planificación y gestión de espacios verdes urbanos.

Ley Orgánica de Gestión Ambiental (2017): Esta ley establece los principios, normas y regulaciones para la gestión ambiental en el país, incluyendo la protección y restauración de

ecosistemas, biodiversidad y recursos naturales.

Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre (2000): Esta ley regula las actividades forestales, la conservación de áreas naturales y la vida silvestre. Puede tener implicaciones para la gestión de árboles y vegetación en entornos urbanos.

Reglamento de Reforestación y Manejo Forestal (2000): Este reglamento establece las normas y procedimientos para la reforestación y el manejo forestal sostenible en el país. Puede ser relevante para las acciones de plantación y manejo de árboles en áreas urbanas.

Ordenanzas Municipales: A nivel local, los municipios pueden tener ordenanzas y regulaciones específicas relacionadas con la gestión de áreas verdes, arbolado urbano y espacios públicos en las ciudades.

Plan Nacional de Reforestación y Reforestación Urbana: El gobierno ecuatoriano puede contar con planes nacionales que promuevan la reforestación y la silvicultura urbana como parte de sus estrategias de desarrollo sostenible.