

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“MANEJO DE ÁREAS VERDES EN EL PROYECTO EJE DEL
SISTEMA ELÉCTRICO DE TRANSPORTE MASIVO LÍNEA 1”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

JAVIER CIRIANO VÉLIZ MANRIQUE











LIMA – PERÚ

2023

Document Information

Analyzed document	TSP Veliz Javier. 2023. Final (1).docx (D159829805)
Submitted	3/1/2023 10:17:00 PM
Submitted by	Giovanna Rivera
Submitter email	grivera@lamolina.edu.pe
Similarity	5.7%
Analysis address	grivera.unalm@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / MONOGRAFÍA VB FINAL BAN (1).pdf Document MONOGRAFÍA VB FINAL BAN (1).pdf (D151226382) Submitted by: rramirez@lamolina.edu.pe Receiver: rramirez.unalm@analysis.orkund.com		3
SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / MONOGRAFÍA TSP - ADMU.pdf Document MONOGRAFÍA TSP - ADMU.pdf (D141985034) Submitted by: mmanta@lamolina.edu.pe Receiver: mmanta.unalm@analysis.orkund.com		1
SA	Doc. final diciembre.docx Document Doc. final diciembre.docx (D122391282)		1
W	URL: https://ambiente.mupa.gob.pa/wp-content/uploads/2019/06/Guia-3.-Cuidados-del-arbolado-urbano_2.pdf Fetched: 12/20/2021 6:48:32 PM		1
W	URL: https://www.aepjp.es/wp-content/uploads/2017/05/imagenes_pdf_b-i6210s_directricesFAO.pdf Fetched: 8/20/2021 2:52:43 AM		2
SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / Documento deTesis_AlexNina.docx Document Documento deTesis_AlexNina.docx (D141795959) Submitted by: reynel@lamolina.edu.pe Receiver: reynel.unalm@analysis.orkund.com		2
SA	TESIS-FINAL FRAGA KATHIA (1).docx Document TESIS-FINAL FRAGA KATHIA (1).docx (D99482636)		1
SA	1A-Angulo_Paz_Carlos_Titulo_Profesional_2018.docx Document 1A-Angulo_Paz_Carlos_Titulo_Profesional_2018.docx (D39025574)		1
W	URL: http://centro.paot.org.mx/documentos/sma/manual_tecnico_arboles.pdf Fetched: 12/19/2020 10:26:57 PM		4
W	URL: https://www.conaf.cl/cms/editorweb/institucional/Manual_de_Plantacion_de_Arboles_en_Areas_Urba... Fetched: 6/28/2021 12:50:14 AM		1

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“MANEJO DE ÁREAS VERDES EN EL PROYECTO EJE
DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE TRANSPORTE MASIVO
LÍNEA 1”**

Javier Ciriano Véliz Manrique

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Ph. D. Susana Patricia Rodríguez Quispe
PRESIDENTE

.....
Ing. Mg. Sc. Giovanna Patricia Rivera Oballe
ASESOR

.....
Ing. M. Sc. Sofia Jesús Flores Vivar
MIEMBRO

.....
Ing. Mg. Sc. Juan Carlos Melchor Jaulis
Cancho
MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mi padre Ciriano Véliz y a mi madre Nelly Manrique.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a las siguientes personas:

A mi Asesora del Trabajo de Suficiencia Profesional, la Mg. Sc. Giovanna Patricia Rivera Oballe, quien me dio su apoyo y realizó las correcciones para que este trabajo pueda realizarse.

A los miembros del jurado del Trabajo de Suficiencia Profesional, la Ph. D. Susana Patricia Rodríguez Quispe, la M. Sc. Sofía Jesús Flores Vivar y el Mg. Sc. Juan Carlos Melchor Jaulis Cancho quienes gracias a sus correcciones lograron que realice este trabajo.

A mis profesores de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina por formarme profesionalmente.

Al personal de campo con el que hemos realizado las diferentes labores en el mantenimiento de áreas verdes y en el traslado de los árboles.

A mi familia y mis hijos por su cariño y brindarme su apoyo.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Árbol	4
2.2. Caracterización de los árboles	4
2.3. Bosques urbanos	5
2.4. Áreas verdes en las ciudades	6
2.5. Beneficios de las áreas verdes en las ciudades.....	7
2.6. Lima	10
2.7. Áreas verdes en Lima	11
2.8. Ecosistemas urbanos	13
2.9. Especies forestales en Lima.....	14
2.10. Trasplante de árboles	14
III. DESARROLLO DEL TRABAJO	15
3.1. Descripción general de la experiencia.....	15
3.2. Área de estudio.....	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1. Identificación de las especies de árboles a trasplantar	19
4.2. Evaluación del estado fitosanitario de los árboles a trasplantar.....	22
4.3. Operaciones de trasplante	23
4.4. Cuidado de los árboles trasplantados.....	34
4.5. Manejo de Áreas verdes.....	39
V. CONCLUSIONES.....	44
VI. RECOMENDACIONES.....	45
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
VIII. ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Áreas verdes por habitante (m ²) en los distritos de Lima Metropolitana.....	12
Tabla 2: Ficha técnica de la especie forestal a trasplantar.....	21
Tabla 3: Relación entre el perímetro del fuste, diámetro del cepellón, altura del cepellón y peso del árbol a trasplantar.....	28
Tabla 4: Control cultural de las principales plagas en el arbolado urbano	36
Tabla 5: Especies forestales trasplantadas en el distrito de San Borja.....	38
Tabla 6: Especies forestales trasplantadas en el distrito de Surco	38
Tabla 7: Frecuencia de corte de gras según la estación del año	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa del recorrido de la Línea 1 del Metro de Lima	17
Figura 2: Línea 1 del Tren Eléctrico	18
Figura 3: Cortes de ramas largas.....	25
Figura 4: Apertura de zanja.....	26
Figura 5: Cepellón con yute biodegradable	29
Figura 6: Árboles de Ficus enretados con yute biodegradable y plástico film	29
Figura 7: Árboles enretados listos para el carguío al camión grúa	30
Figura 8: Izaje de árbol de Ficus.....	31
Figura 9: Descarga de árbol de Ficus para ser trasplantado	32
Figura 10: Sacos de compost para agregar a los árboles trasplantados.....	33
Figura 11: Riego de especie forestal trasplantada	34
Figura 12: Maquinista cortando el gras con motoguadaña	41
Figura 13: Gras cortado.....	41
Figura 14: Riego de áreas verdes usando un camión cisterna.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Riego recomendado para especies forestales en Lima.	50
Anexo 2: Hongos que dañan el arbolado urbano.....	51
Anexo 3: Plagas y daños en el arbolado urbano.....	52
Anexo 4: Motosierra de mano usada para la poda de copa.	53
Anexo 5: Motoguadaña usada para corte de gras.....	54
Anexo 6: Personal obrero durante las obras de trasplante de árboles.	55

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional analizó el trasplante de especies arbóreas de porte bajo y medio a una nueva ubicación durante las obras de construcción del Proyecto Eje del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao de la Línea 1 tramo Villa El Salvador - Avenida Grau, en los distritos de San Borja y Santiago de Surco, en Lima Metropolitana. En este documento se describen las actividades de acondicionamiento de los árboles antes de ser trasplantados, como la poda de raíces, la formación del cepellón y la poda de la copa del árbol. Así como, las actividades durante la etapa de trasplante como la extracción del árbol, el montaje y carguío de árboles al camión y el traslado del árbol hacia su nueva ubicación. Se indica como es la etapa de cuidado de los árboles trasplantados en su nueva ubicación, que consistió en realizar el riego, el abonamiento y los tratamientos a los árboles trasplantados como podas y controles fitosanitarios, junto con la evaluación final de los árboles en su ubicación final. Además, se describieron las labores de mantenimiento y manejo de las áreas verdes donde fueron trasplantados estos árboles, como instalación de macizos de plantas, su control fitosanitario y el manejo de gras. Los resultados indican que se deben seguir los procedimientos técnicos para obtener en trasplante exitoso de las especies arbóreas.

Palabras claves: Áreas verdes, trasplante de árboles, poda de árboles, forestería urbana.

ABSTRACT

The present professional proficiency work analyzed the transplant of low and medium sized tree species to a new location during the construction works the Axis Project of the Electric Mass Transportation System of Lima and Callao of the Line 1 section Villa El Salvador - Avenue Grau, in San Borja and Santiago de Surco districts, located in Metropolitan Lima. In this paper, the conditioning activities of the trees before being transplanted are shown, such as root pruning, root ball formation and treetop pruning. As well as, the activities during the transplant stage such as the extraction of the tree, the assembly and loading of trees to the truck and the transfer of the tree to its new location. It is indicated how is the care stage of the transplanted trees in their new location, which consisted of carrying out irrigation, fertilization and treatments to the transplanted trees such as pruning and phytosanitary controls, together with the final evaluation of the trees in their final location. In addition, the maintenance and management tasks of the green areas where these trees were transplanted, such as the installation of plant beds, their phytosanitary control and the management of grass, were described. The results indicate that the technical procedures must be followed to obtain a successful transplant of the tree species.

Keywords: Green areas, tree transplant, tree pruning, urban forestry.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problemática

La ciudad de Lima presenta muchos problemas relacionados con la falta de espacios públicos y áreas verdes necesarias para el esparcimiento, distracción y calidad de vida que todos los vecinos necesitan en su día a día. Por ello, es que los árboles son importantes para hacer de las ciudades lugares saludables para vivir (Castañeda, 2021). Actualmente, las áreas verdes en promedio en Lima Metropolitana son de 3.7 m² por habitante (Castañeda-Varas, 2018), este valor se encuentra por debajo de la recomendación de la OMS (Organización Mundial de la Salud) que indica un mínimo de 10 m² de áreas verdes por habitante (Birche y Jensen, 2018). Por lo cual, es necesario el desarrollo de mayores programas de forestación urbana en nuestra ciudad.

Las áreas verdes urbanas mejoran el aire, el agua y los recursos del suelo al absorber contaminantes del aire, incrementar las áreas de captación y almacenamiento de agua y estabilizar los suelos. Un individuo arbóreo maduro puede absorber hasta 150 kilogramos de dióxido de carbono al año, los árboles en zonas urbanas pueden bajar la temperatura del aire entre 2 °C y 8 °C (FAO, 2017a). Los árboles en las ciudades sirven como amortiguadores de la temperatura otorgando sombra en el verano y detener el viento en el invierno, reducen la contaminación por ruido y los niveles de CO₂ y proporcionar hábitat para la fauna silvestre (Sorensen et al., 1998). Además, contribuyen en la retención del material particulado y de elementos contaminantes, disminuyen el ruido, mejoran el microclima, brindan protección a la infraestructura existente y aportan al bienestar psicológico de la población (Cardona-Arango y Bermúdez-Zapata, 2019).

El manejo de áreas verdes en la ciudad se debe basar en planes y proyectos que requieren necesariamente aspectos técnicos para el cuidado de los árboles, arbustos, plantas perennes y con flores de la ciudad. Con el aumento progresivo de la población en Lima, calculada en 10 millones de habitantes (INEI, 2022) y el avance de las construcciones en pistas, carreteras y edificaciones, es necesario el cuidado y mantenimiento de las áreas verdes de nuestra

ciudad, las cuales deben ser concebidas como espacios funcionales en busca de un desarrollo sustentable para el hombre brindando esparcimiento, salud, biodiversidad, educación, entre otros (Dowhal, 2021).

Cuando se ejecutan grandes construcciones en las ciudades, los árboles pueden ser afectados mediante golpes, quebraduras y cortes, además muchos requieren ser reubicados debido a que interfieren con los trabajos de construcción, por ello estos árboles son trasplantados a una nueva ubicación, generalmente en parques y jardines. Por lo que un trasplante realizado con malas prácticas (poda de raíces y copas mal hechas), podría ocasionar la posterior muerte de estos árboles. Un mal trasplante puede provocar estrés en los árboles, ya que se les elimina hasta el 95% de su sistema radicular, lo que los induce a estrés por la pérdida de raíces y desbalance hídrico entre la absorción de agua y la transpiración (Mohedano-Caballero et al., 2005).

El presente trabajo de investigación se desarrolló dentro del ámbito del Proyecto Eje del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao, Línea 1, Tramo Villa El Salvador - Avenida Grau, en los distritos de San Borja y Santiago de Surco, en Lima Metropolitana, en el departamento de Lima. Este trabajo está centrado en el manejo de las especies arbóreas trasplantadas en diferentes zonas de nuestra ciudad, para ello se describieron las actividades previas de acondicionamiento de los árboles, aquellas realizadas durante la ejecución del trasplante y las labores de protección y cuidado de los árboles plantados en su nueva ubicación. Además, en este trabajo se describieron las actividades de mantenimiento de las áreas verdes donde fueron trasplantados estos árboles.

1.2. Objetivos

El objetivo general del presente trabajo consistió en analizar las actividades de trasplante (acondicionamiento, extracción y recuperación) de especies arbóreas de porte bajo (hasta 5 metros de altura) y porte medio (de 5 a 10 metros de altura) en los distritos de San Borja y Santiago de Surco en Lima Metropolitana.

Los objetivos específicos son:

- Identificar las actividades críticas para realizar un correcto trasplante de especies forestales en áreas verdes urbanas.

- Indicar las actividades de recuperación post trasplante de las especies arbóreas en su nueva ubicación.
- Describir las labores de mantenimiento de las áreas verdes donde se reubicaron los árboles durante la etapa de post trasplante.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Árbol

Un árbol es una planta leñosa, con un tallo erecto llamado tronco, el cual sirve de comunicación entre la raíz y la copa y mantiene la estabilidad mecánica del árbol. La raíz tiene las funciones de absorber el agua y los nutrientes necesarios para la vida del árbol, y de servir al árbol como un órgano de fijación y anclaje en el suelo. Los árboles tienen una tendencia a prolongar sus raíces en busca de humedad más allá del ancho de su copa, lo cual es de suma importancia para la salud del individuo y para su sostenimiento físico. Un árbol sano y fuerte demuestra un desarrollo sincrónico del sistema copa, tronco, raíz (Arze, 1996). Dowhal (2021) menciona que un árbol está compuesto de tres partes bien diferenciadas, con una morfología y funciones diferentes, siendo estas partes las siguientes:

- La raíz, la cual es una red ramificada subterránea cuya función fundamental es la de absorción de nutrientes y es el sistema de anclaje del árbol.
- El tronco y las ramas, los que actúan como soporte y permitiendo la conducción de sustancias, además sirven para el acopio de reservas.
- Las hojas, las cuales realizan la función de fotosíntesis, respiración y transpiración, y forman la copa del árbol.

2.2. Caracterización de los árboles

Los árboles se pueden caracterizar de distintas formas según su morfología, sus partes o el tamaño que presentan. Bulnes *et al.*, (2017) menciona las características de los árboles en base a su follaje, su porte, su copa y su velocidad de crecimiento:

El follaje es el conjunto de las hojas y la disposición de las ramas en el árbol. El follaje se puede clasificar en tres grupos: Siempreverde (con presencia de hojas durante todo el año), Semicaducifolio (cuando pierde parcialmente el follaje en algunos meses del año) y Caducifolio (cuando el árbol pierde totalmente su follaje en alguna época del año).

El porte del árbol es el tamaño que este presenta cuando alcanza su etapa adulta. Pudiendo clasificarse en Porte pequeño (cuando el árbol mide menos de 5 metros), Porte mediano (árbol entre 5 y 10 metros) y Porte grande (árbol mayor 10 metros).

La copa de un árbol es su expresión natural del conjunto de ramas y hojas que se ubican sobre el eje principal o fuste del árbol, presentando una forma y un volumen definido. Esta se puede clasificar en globosa (*Ficus benjamina* “ficus”), aparasolada (*Delonix regia* “ponciana”) columnar (*Eucalyptus globulus* “eucalipto”), piramidal (*Araucaria excelsa* “araucaria”) e irregular (*Schinus molle* “molle serrano”).

La velocidad de crecimiento de una especie forestal está definida por el incremento promedio anual en altura durante su fase inicial de desarrollo y su etapa juvenil, esta velocidad disminuye de forma gradual cuando el árbol llega a una edad adulta. La velocidad de crecimiento puede ser rápida: cuando el incremento promedio anual es igual o mayor al doble el tamaño inicial; moderada: cuando el incremento medio anual es del 50% hasta el doble del tamaño inicial y lenta: cuando el incremento promedio anual es hasta del 50% de su tamaño inicial.

2.3. Bosques urbanos

La FAO (2017b) define a los bosques urbanos como sistemas que comprenden todos los arbolados (rodales), grupos de árboles y árboles individuales ubicados en las áreas urbanas y periurbanas; por tanto, se incluyen bosques, árboles en las calles, árboles en los parques y jardines y árboles en las esquinas de las calles. Los bosques urbanos son el eje de la infraestructura verde que conecta las áreas urbanas con las rurales y mejora la huella ambiental de las ciudades.

Los bosques urbanos se pueden clasificar de diferentes maneras, sin embargo, los clasificaremos en cinco tipos (FAO, 2017b):

Bosques y arbolados periurbanos. Los bosques y las masas boscosas que rodean los poblados y ciudades y que pueden suministrar bienes y servicios tales como leña, fibras, frutas, otros productos forestales no madereros (PFNM), agua limpia, recreación y turismo.

Parques municipales y bosques urbanos (> 0,5 ha). Grandes parques urbanos o municipales con una variedad de cubierta terrestre y, al menos, parcialmente equipados con instalaciones para el tiempo libre y la recreación.

Parques y jardines pequeños con árboles (<0,5 ha). Pequeños parques municipales equipados con instalaciones para la recreación/tiempo libre y jardines y áreas verdes privados.

Árboles en las calles o en las plazas públicas. Poblaciones de árboles lineales, pequeños grupos de árboles y árboles individuales en las plazas, aparcamientos, calles, etc.

Otras áreas verdes con árboles. Por ejemplo, los lotes agrícolas urbanos, campos deportivos, terrenos baldíos, prados, riberas de ríos, campos abiertos, cementerios y jardines botánicos.

2.4. Áreas verdes en las ciudades

El Concejo Metropolitano de Lima en el año 2014 aprobó la Ordenanza N°1852 para la conservación y gestión de áreas verdes en la Provincia de Lima. En esta se indica que las áreas verdes son aquellas áreas capaces de sostener o donde se pueden establecer toda clase de especies vegetales como plantas de cobertura arbustos, macizos florales, palmeras, árboles, sin restricción alguna (Castañeda-Varas, 2018).

Los árboles en la ciudad son individuos que se desarrollan fuera de su ecosistema natural, por lo que no es fácil ser un árbol de ciudad, no cualquier especie tolera la contaminación, la poda, la agresión por parte de los vecinos o la vandalización. El hombre ha reintroducido los árboles de su sitio original a la ciudad, el cual puede llegar a convertirse en un medio adverso y negativo para su supervivencia, ya que cuenta con pocos alicientes para su desarrollo. La inclusión del árbol en la ciudad debe estar comprometida con el respeto de su identidad biológica, para garantizar su salud y su aporte ornamental. Por lo tanto, definir las diferentes opciones del arbolado de una ciudad permite realizar un tratamiento adecuado. Se agrupa como arbolado en espacios públicos a los árboles, palmeras y arbustos manejados como árboles, los que conforman el arbolado de alineación y de los espacios verdes, así como aquellos árboles implantados en bienes del dominio público como escuelas, hospitales, museos, entre otros (Benito y Palermo-Arce, 2021).

Las áreas verdes urbanas mejoran el aire, el agua y los recursos del suelo al absorber contaminantes del aire, incrementar las áreas de captación y almacenamiento de agua y

estabilizar los suelos. Las áreas verdes actúan como amortiguadores de la temperatura, al dar sombra en el verano y detener el viento en el invierno, reducen la contaminación por ruido y los niveles de CO₂ atmosférico y proporcionan un hábitat para la fauna silvestre. Además, otorgan beneficios a la sociedad al mejorar la salud mental y física de la población, generan oportunidades de recreación y oportunidades educativas en el tema ambiental, y mejoran la estética de la ciudad, que de otra manera estaría dominada por asfalto y concreto (Sorensen *et al.* 1998). Además, las áreas verdes son un componente esencial en el paisaje urbano, debido principalmente a los beneficios ambientales, económicos y sociales que proveen, destacando el mantenimiento de la biodiversidad, el incremento en el precio de las propiedades que colindan con parques y avenidas que presenten especies forestales plantadas y la mejora de la calidad de vida de la población (Peña-Guillen, 2015).

2.5. Beneficios de las áreas verdes en las ciudades

En términos generales Russo (2000) menciona que las áreas verdes otorgan los siguientes beneficios ambientales a las a las ciudades:

- Embellecimiento del paisaje.
- Interacción entre la naturaleza y cultura.
- Beneficios educacionales.
- Sensación de bienestar psicológico.
- Hábitat de la fauna silvestre.
- Modificación del clima.
- Bienestar en los seres humanos.
- Calidad del aire.
- Conservación del suelo.
- Disminución del ruido.

Benito y Palermo-Arce (2021) mencionan una serie de servicios ecosistémicos que brinda el arbolado urbano a las ciudades, aumentando el bienestar y la calidad de vida de los habitantes, mediante las siguientes acciones:

- Los árboles reducen drásticamente las pérdidas de suelo causadas por la erosión. Cuando el árbol desarrolla su sistema de raíces, sobre todo en áreas verdes abiertas, su

patrón de distribución genera una trama que va “sosteniendo” el suelo, impidiendo su pérdida, sobre todo en áreas con pendientes pronunciadas.

- Los árboles aumentan la infiltración de agua en el suelo, especialmente en períodos intensos de lluvia. El 30% del agua proveniente de una precipitación puede ser interceptada por el dosel arbóreo de la ciudad. Al interceptar, retener o disminuir el flujo de la precipitación que llega al suelo, los árboles urbanos (conjuntamente con el suelo) pueden reducir la velocidad y volumen de la escorrentía de una tormenta. Al reducir la escorrentía, los árboles funcionan como estructuras de retención que son esenciales en áreas construidas donde hay extensas superficies de suelo impermeables.
- Los árboles reducen la evaporación del agua del suelo durante la estación cálida.
- Los árboles tienen una marcada influencia en la radiación solar que llega al suelo, pudiendo reducir su incidencia en un 90% o más.
- Regulación de la iluminación natural y control de la radiación ultravioleta en climas con importantes niveles de radiación solar.
- Los árboles urbanos pueden reducir enormemente la temperatura de las superficies radiantes de las zonas pavimentadas y moderar el estrés térmico en las ciudades. Produciendo el efecto “isla fresca en los parques”, lo que quiere decir que la reducción de la temperatura del aire en los espacios urbanos verdes con respecto a sus alrededores edificados, generalmente oscila entre 3 °C y 5 °C, pudiendo llegar a los 10 °C.

Sorensen *et al.* (1998), indica siguientes beneficios que otorgan las áreas verdes en las ciudades:

a. Mejoran calidad de aire

Mientras que en muchas ciudades de los países más desarrollados los índices de contaminación han disminuido durante los últimos diez a veinticinco años, los niveles de contaminación del aire han aumentado en muchas de las ciudades de América Latina.

Las altas temperaturas aceleran la formación de smog. El efecto moderador que la vegetación urbana tiene en el clima de una ciudad puede reducir las temperaturas extremas, reduciendo la acumulación de smog. El dióxido de carbono (CO₂) es uno de los principales componentes de la contaminación del aire y es uno de los gases causantes del “efecto invernadero”. La vegetación urbana puede reducir los niveles de dióxido de carbono de dos maneras. En primer lugar, todas las plantas, a través de la fotosíntesis, absorben dióxido de carbono directamente en su biomasa y a cambio liberan oxígeno. En segundo lugar, cuando la vegetación extensa

reduce el calor sofocante en un área urbana, los residentes deben utilizar menos combustibles fósiles para enfriar sus edificios, reduciendo así las emisiones de dióxido de carbono.

b. Mejora climática

Uno de los beneficios más importantes de la vegetación urbana es su impacto en el clima. Se pueden identificar claramente dos beneficios. El primero, es el efecto directo que tiene sobre el confort humano; mientras que el segundo, es el efecto sobre la disminución del consumo de energía en los edificios de las ciudades donde se usa aire acondicionado. Ambos efectos pueden ser significativos o imperceptibles, dependiendo del tamaño, espacio y diseño de las áreas con vegetación.

Las áreas verdes cumplen principalmente funciones ornamentales y recreativas, pero también hay que destacar lo relacionado con el bienestar de los ciudadanos y la mejora de las condiciones climáticas, al actuar como reguladores del intercambio de aire y temperatura. Los árboles transpiran agua, disminuyen la velocidad del viento, dan sombra a las casas, edificios, en los parques, en avenidas y calles, todo esto mejora el clima local, lo que ocasiona la disminución del uso de la energía en casas y edificios, además de aumentar el confort térmico humano y mejorar la calidad del aire de las ciudades (Quispe, 2017).

c. Reducción de ruidos

Los árboles y la vegetación pueden ayudar a reducir la contaminación del ruido mediante cinco importantes formas: por la absorción del sonido (se elimina el ruido), por desviación (se altera la dirección del sonido), por reflexión (el sonido rebota a su fuente de origen), por refracción (las ondas de sonido se doblan alrededor de un objeto) y por ocultación (se cubre el sonido no deseado con otro más placentero). De esa manera, las hojas, ramas y copas de los árboles absorberán el ruido. Las barreras árboles desviarán el sonido lejos de los oyentes y, de encontrarse en los ángulos adecuados con respecto al origen, reflejarán el ruido a su fuente. Si el ruido pasa a través o alrededor de la vegetación, será refractado y en consecuencia disipado. La vegetación puede también disimular sonidos, en la medida que uno escucha selectivamente los sonidos de la naturaleza (el canto de las aves, el crisar de las hojas, etc.).

d. Manejo de desechos sólidos y restauración de tierras

Los terrenos degradados pueden ser restaurados a través de actividades de manejo de áreas verdes urbanas. La idea de la creación de parques sobre rellenos sanitarios ya terminados parece estar ganando popularidad rápidamente en América Latina. Brasil y Chile han

implementado exitosamente conversiones de relleno sanitarios en parques. Al plantar vegetación en estos terrenos y otros sitios restaurados, una ciudad puede cubrir lugares antiestéticos y añadir más áreas a su sistema de parques. Por ejemplo, en la ciudad de San José (Costa Rica), un antiguo aeropuerto fue convertido en un enorme parque beneficioso para toda esa ciudad, complementándolo con lagos, piscinas, gimnasios, canchas deportivas y otras infraestructuras recreativas muy populares.

2.6. Lima

Lima es la capital del Perú y es la ciudad más grande y con mayor población del país con unos 10 millones de habitantes aproximadamente (INEI, 2022). Siendo una ciudad con un alto crecimiento poblacional, por ello, desde el Censo Nacional realizado en el año 2017, la población en Lima Metropolitana creció en 1'271,821 habitantes en cuatro años, esto representa un aumento del 14.8% de su población (Lima Cómo Vamos, 2022).

Lima Metropolitana está compuesta por 51 distritos (43 pertenecientes a Lima y 8 al Callao) que presentan una población estimada en más de 10 millones de habitantes. Lima es una ciudad muy vulnerable al Cambio Climático debido a las condiciones meteorológicas que experimenta (principalmente por la variación de temperatura y de precipitación), así como por la densidad de su población, la cual depende de servicios e infraestructuras (red de agua potable y alcantarillado, pistas, veredas, obras de electrificación, entre otras). Además, existe una variabilidad climática en Lima, identificándose 6 peligros climáticos principales que afectan a esta ciudad: olas de calor, sequía, lluvia y lloviznas, huaycos, aumento del nivel del mar y vientos fuertes y vendavales. La ausencia de lluvias que afronta Lima es una preocupación constante, ya que la capacidad de almacenamiento del sistema hidráulico de la cuenca del Rímac y del Mantaro, a través de las lagunas y presas en la cuenca alta, asciende a solo 330 MMC (millones de metros cúbicos), esto equivale a aproximadamente 6 meses de la demanda de agua potable para Lima Metropolitana. A esto hay que sumarle la alta tasa de crecimiento de la demanda de recursos hídricos en la ciudad, tanto por la población como por el sector productivo (Dohm et al., 2017).

Lima Metropolitana carece de una buena planificación urbana y de una zonificación acorde con el crecimiento de la ciudad, actualmente presenta un aumento en su población y una alta expansión urbana incluso en zonas de ladera altamente peligrosas, en las cuales la cobertura

vegetal es escasa, esto representa un riesgo para los habitantes por el peligro de posibles deslizamientos, por lo que se necesita una mejor zonificación en la ciudad para evitar la construcción de viviendas en zonas destinadas a la protección (Quispe, 2017).

2.7. Áreas verdes en Lima

En el año 2021 se estimó para Lima Metropolitana un total de 29'732,760.81 m² de áreas verdes habilitadas. Estas áreas son espacios públicos verdes urbanos generados con sus respectivos servicios y mantenimiento (Lima Cómo Vamos, 2022). Por lo que tendríamos en Lima Metropolitana un promedio de unos 3 m² de áreas verdes por habitante.

Los distritos de los balnearios y de Lima Centro tienden a presentar la mayor extensión de áreas verdes por habitante. Santa María del Mar supera ampliamente a todos con 44.99 m² por habitante, seguido de San Isidro (17.09 m²/hab), San Borja (10.39 m²/hab) y Miraflores (10.13 m²/hab), siendo los únicos que superaron los 9 m² de áreas verdes por habitante. En cambio, En los últimos lugares se encuentran Breña, Pucusana y Villa María del Triunfo presentaron la menor cantidad de áreas verdes por habitante en promedio (Tabla 1) (Lima Cómo Vamos, 2022).

Debido al crecimiento y expansión de nuestra ciudad, las áreas verdes siguen un proceso de disminución y deterioro, lo que se manifiesta aún más con la baja disponibilidad de agua, la mala selección de plantas para instalar en jardines y parques públicos y el poco mantenimiento de áreas verdes por parte de las municipalidades distritales. Todo esto condiciona la conservación de las áreas verdes existentes y generando incertidumbre sobre su viabilidad en el futuro (Quispe, 2017).

Tabla 1: Áreas verdes por habitante (m2) en los distritos de Lima Metropolitana

Distrito	m ²	m ² /hab	Distrito	m ²	m ² /hab
Santa María del Mar	53,088.83	44.99	Comas	1'482,409.82	2.55
San Isidro	1'172,760.89	17.09	Santa Anita	560,842.80	2.49
San Borja	1'341,723.90	10.39	Surquillo	246,811.13	2.43
Miraflores	1'126,998.17	10.13	La Victoria	444,427.00	2.35
Chorrillos	3'085,052.29	8.52	Cieneguilla	84,992.89	2.14
Ancón	741,496.00	8.51	San Juan de Miraflores	875,115.49	2.09
La Molina	1'383,199.08	8.5	Chaclacayo	87,029.44	1.95
Jesús María	664,927.74	8.03	Lurigancho - Chosica	567,013.12	1.93
Magdalena del Mar	400,730.57	6.03	San Martín de Porres	1'343,584.83	1.77
San Bartolo	47,001.69	5.22	Punta Negra	14,354.40	1.68
Santiago de Surco	2'061,891.60	4.98	San Juan de Lurigancho	1'968,051.58	1.64
Punta Hermosa	113,579.73	4.97	Carabayllo	617,255.92	1.5
Los Olivos	1'733,686.99	4.88	El Agustino	327,383.38	1.45
San Miguel	861,022.00	4.86	Villa El Salvador	605,987.13	1.41
Barranco	175,204.80	4.84	Puente Piedra	383,495.45	0.95
Santa Rosa	187,246.00	4.68	Lurín	99,605.00	0.89
Lima Cercado	834,642.55	3.12	Rímac	152,573.03	0.84
Lince	184,602.62	3.04	Pachacamac	118,566.00	0.81
Pueblo Libre	283,662.46	2.96	Breña	73,503.40	0.78
San Luis	163,438.00	2.91	Pucusana	11,024.82	0.64
Ate	1'908,955.31	2.78	Villa María del Triunfo	216,070.00	0.49
Independencia	606,302.96	2.69			

Fuente: Lima Cómo Vamos (2022).

Respecto a los parques zonales y metropolitanos en Lima, el Servicio de Parques (SERPAR) registró en el año 2021 un total de 3'171,197.97 m² bajo su administración. En el año 2021, los parques zonales recibieron un total de 1'352,659 visitantes, mientras que los parques metropolitanos fueron visitados por un total de 539,084 personas, siendo los parques metropolitanos más visitados el Parque La Muralla y el Parque Alameda Las Malvinas, ambos en Lima Cercado. El Parque Zonal más grande de Lima es el Parque Zonal Huáscar en Villa El Salvador con 666,970.18 m², seguido del Parque Zonal Cahuide en Ate con 611,200 m². El

Parque Metropolitano más grande en Lima es la Alameda Salvador Allende con 100,000 m² en los distritos de San Juan de Miraflores y Villa María del Triunfo, seguida del Parque La Muralla en el Cercado de Lima con una extensión de 40,003.93 m², esto refleja la importancia de los espacios públicos con áreas verdes en cuanto a tamaño y como un lugar de distracción para la población limeña (Lima Cómo Vamos, 2022).

2.8. Ecosistemas urbanos

El territorio de Lima Metropolitana provee a la ciudad de recursos como el suelo, el agua y el paisaje que nos brindan una serie de servicios ambientales necesarios para el desarrollo de las actividades económicas y sociales de nuestra ciudad. Por ello que estos recursos se deben de proteger y conservar para reducir la vulnerabilidad de la ciudad. La Municipalidad Metropolitana de Lima ha identificado y cuantificado los principales ecosistemas y unidades ambientales de la Provincia de Lima. Debido a que su manejo y conservación permitirá aumentar la resiliencia de la ciudad y prevenir desastres naturales, regulando el clima, la producción y calidad del agua que abastece a la ciudad. Esta “Estructura Ecológica” de Lima Metropolitana está conformada por:

- Áreas Verdes Urbanas.
- Humedales costeros.
- Litoral marino.
- Pampas áridas.
- Ríos, valles agrícolas y acuíferos.
- Sistema de lomas costeras.
- Sistema de montañas áridas andinas.

Los valles productivos de Lurín y Pachacamac se han reducido a pequeños reductos circundados por áreas urbanas, cuya tendencia es que, en un futuro próximo, estos valles se lleguen a convertir en parques zonales. La disminución de estos ecosistemas afecta la biodiversidad, disminuyendo la capacidad de oxigenación de la ciudad, la recarga de las napas freáticas y la producción de alimentos. Además, la continua reducción de la superficie de los humedales de Lima como el caso de los Pantanos de Villa y la invasión y destrucción de los ecosistemas de lomas costeras, modifican el microclima de nuestra ciudad (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2014).

2.9. Especies forestales en Lima

En Lima podemos encontrar distintas especies forestales desde nativas hasta introducidas, entre estas especies destacamos principalmente a los árboles de uso ornamental como *Ficus benjamina* (ficus), *Ficus elastica* (falso caucho), *Spathodea campanulata* (tulipán africano), *Jacaranda mimosifolia* (jacarandá), *Acacia macracantha* (huarango), *Acacia horrida* (huaranguillo), *Tecoma stans* (huananhuay), *Salix humboldtiana* (sauce), *Tipuana tipu* (tipa), *Harpullia arborea* (falso boliche), *Melia azedarach* (melia), *Delonix regia* (ponciana), *Schinus molle* (molle serrano), *Myoporum laetum* (mioporo), *Casuarina equisetifolia* (casuarina), *Parkinsonia aculeata* (palo verde), *Koelreuteria paniculata* (papelillo) *Schinus terebinthifolia* (molle costeño), entre otras. Además, también destacamos la presencia de especies forestales de frutales en las calles y parques de Lima Metropolitana, destacando principalmente a *Annona cherimola* (chirimoya), *Pouteria lucuma* (lúcumo), *Morus nigra* (mora), *Ficus carica* (higuera), *Cydonea oblonga* (membrillo) y *Persea americana* (palto) (Salazar, 2000; Bulnes *et al.*, 2017).

2.10. Trasplante de árboles

El trasplante de árboles es la acción de extraer un árbol del lugar donde crece para plantarla en un diferente lugar. En esta operación se cambia de lugar un árbol, con la finalidad de que este crezca y se desarrolle con normalidad. Para el trasplante de un árbol debemos considerar si este presenta condiciones sanitarias apropiadas, las características del nuevo sitio donde el árbol será reubicado (luminosidad, disponibilidad de agua para riego, espacio, calidad de sitio), época del año y cuidados posteriores al traslado que aseguren su supervivencia (podas riegos, abonamiento, controles fitosanitarios periódicos) (Grupo Xcaret, 2020).

Los motivos del trasplante de árboles en las ciudades son variados, estos van desde la necesidad de remodelar un espacio, la revalorización de un sitio de este tras la plantación de árboles maduros, evitar pérdidas del patrimonio arbóreo de la ciudad, conservar el valor paisajístico de la ciudad y evitar la tala innecesaria de árboles lo cual puede resultar muy impopular (Saiz de Omeñaca *et al.*, 2012). Para el caso de los nuevos proyectos de construcción, los trasplantes de árboles se realizan debido a que estas especies forestales no son compatibles con los propósitos del diseño, por lo que deben ser reubicadas de su lugar original hacia otro espacio donde pueda desarrollarse sin problemas (Grupo Xcaret, 2020).

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1. Descripción general de la experiencia

Este capítulo desarrolla la experiencia profesional durante la ejecución del proyecto de la Línea 1 del Tren Eléctrico de Lima en los distritos de San Boja y Santiago de Surco. El presente trabajo plantea el desarrollo de las actividades de trasplante de árboles, las cuales empiezan con el acondicionamiento de las especies forestales antes de ser trasplantadas (poda de copa y raíces), seguido de las labores ejecución del trasplante (formación del cepellón, enretado, extracción de los árboles, carguío y transporte de los árboles, plantación en su nueva ubicación), para terminar con la etapa de manejo y cuidado de los árboles trasplantados. Además, se muestran las actividades de manejo y cuidado de las áreas verdes donde fueron trasplantados los árboles y dentro de la zona de influencia del proyecto del Tren Eléctrico, como corte y manejo de gras, e instalación y mantenimiento de plantas perennes y de estación.

En este trabajo se desarrolló la metodología para realizar un adecuado trasplante de árboles cuando se ejecuten obras de infraestructura, debido a que es muy común que durante el desarrollo de este tipo de obras muchas veces se dañan los árboles colindantes al área de influencia de la obra, pudiendo incluso ocasionar la muerte del árbol, o como sucede en muchos casos, se talan los árboles para acabar más rápido la construcción, lo cual está prohibido. Hay que indicar que la Municipalidad Metropolitana de Lima se encarga de autorizar la tala, poda severa o trasplante de especies arbóreas en la provincia de Lima (Ordenanza N° 1852-2014-MML).

La experiencia laboral se realizó como ingeniero supervisor residente en campo durante la construcción de la Línea 1 del Proyecto del Tren Eléctrico de Lima (Figura 1), brindando el servicio de mantenimiento de áreas verdes (macizos de plantas y gras) y realizando el trasplante de las especies forestales las cuales fueron reubicadas porque interferían con la construcción de la infraestructura de esta obra.

Las especies forestales trasladadas dentro de los distritos de San Borja y Santiago de Surco fueron álamo (*Populus nigra*), ciprés (*Cupressus sempervirens*), ficus (*Ficus benjamina*), fresno (*Fraxinus americana*), higuerón (*Ficus obtusifolia*), molle serrano (*Schinus molle*), ceibo (*Ceiba speciosa*), tipa (*Tipuana tipu*), jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*), melia (*Melia azedarach*), molle costeño (*Schinus terebinthifolia*), paca (*Inga feuillei*), huaranguillo (*Acacia horrida*), níspero (*Eriobotrya japonica*) y schefflera (*Schefflera* sp.).

Para el acondicionamiento de los árboles se disponía de un personal conformado por 12 obreros, un asistente forestal y un Jefe de Seguridad Ocupacional con el que se verificaba que los obreros usen correctamente los equipos de protección y seguridad (EPS) y cumplan con todos los protocolos de seguridad durante las actividades de trabajo de campo (delimitación del área de trabajo, podas de raíces y copa de los árboles, extracción de los árboles), además velar por el cumplimiento de la seguridad vial al momento del izaje de los árboles y durante su traslado a su nueva ubicación dentro del camión de carga.

Durante el trasplante de los árboles en el proyecto Línea 1 del Tren Eléctrico de Lima pude desarrollar diferentes actividades empezando por el manejo del personal obrero en el cumplimiento de sus labores diarias, instruyéndolo durante el acondicionamiento previo de los árboles a trasplantar, como poda de copa, poda de raíces y formación del cepellón. Además, realicé el monitoreo de las actividades de extracción, izaje y carga de los árboles al camión grúa, junto con el transporte de estos árboles hacia su nueva ubicación. Mi trabajo como supervisor residente en campo también abarcó la labor de la plantación final de los árboles, para ello dispuse de cuadrillas encargadas de hacer los hoyos y plantar correctamente estos individuos arbóreos.

3.2. Área de estudio

El presente trabajo se desarrolló en la ciudad de Lima en el área de influencia del Proyecto de la Línea 1 del Metro del Lima, en los distritos de San Borja y Santiago de Surco. Según el Mapa Ecológico del Perú, que se basa en la biotemperatura, precipitación, altitud y latitud, la ciudad de Lima se encuentra ubicada dentro de la Zona de Vida denominada desierto desecado - Subtropical (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales del Perú [ONERN], 1976). La presencia de valles es importante en Lima porque representan grandes extensiones de cobertura vegetal, destacando los valles del Rímac, de Lurín y de Chillón. Además, Lima

presenta un clima semi cálido, con una temperatura media anual de 18.6 °C y 19.8 °C, con temperaturas máximas entre 19 °C y 27 °C en el verano y temperaturas mínimas entre 15 °C y 20 °C en el invierno. El promedio de la precipitación anual es de 2 mm, con 3 mm en los meses de invierno y menos de 1 mm en los meses de verano. Mientras que la humedad atmosférica se encuentra entre 81% y 85% (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2014).

En cuanto a los distritos de San Borja y Santiago de Surco, hay que indicar que San Borja presenta una extensión territorial de 10 km² con una población estimada de 129,095 habitantes, teniendo una densidad poblacional de 12.910 habitantes/km². Mientras que, Santiago de Surco presenta una extensión territorial de 34.8 km², una población de 414,142 habitantes y una densidad poblacional de 11,901 habitantes/km² (Lima Cómo Vamos, 2022).

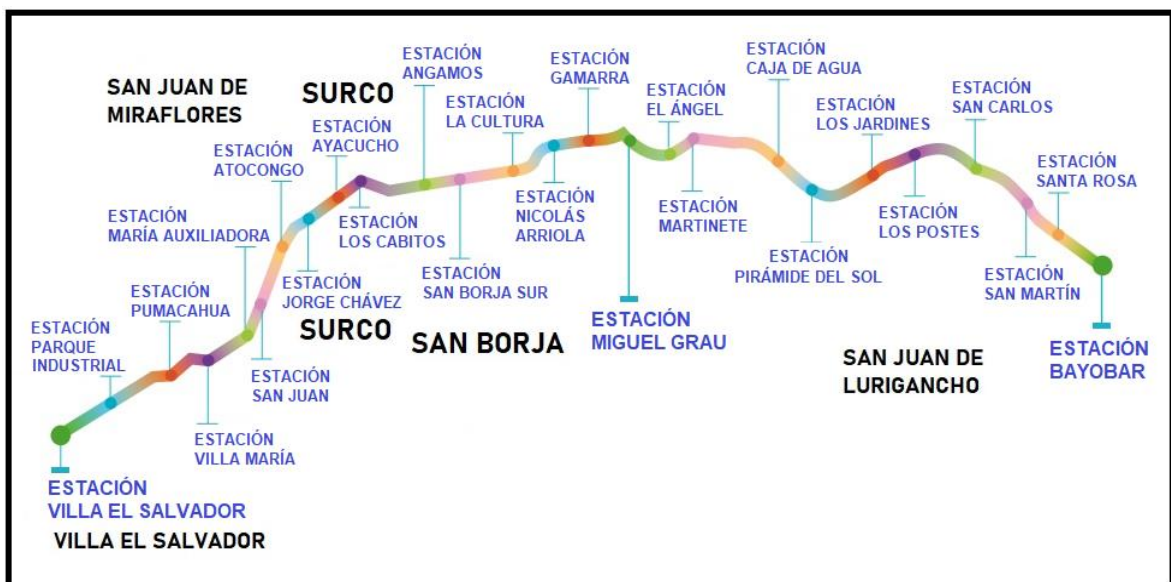


Figura 1: Mapa del recorrido de la Línea 1 del Metro de Lima

Fuente: Línea 1 del Metro de Lima (2015).



Figura 2: Línea 1 del Tren Eléctrico

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Identificación de las especies de árboles a trasplantar

Antes de empezar las labores propias del trasplante de árboles, primero realizamos la identificación botánica de los árboles que vamos a trasplantar. Para ello se determinó la especie, género y la familia botánica a la que pertenece el árbol. Se registraron en campo los parámetros dasométricos de la especie forestal como altura total (m) y diámetro a la altura de pecho (DAP) (cm). Para determinar la altura total en metros del individuo arbóreo, se procedió a realizar una estimación visual de su altura total desde la base del suelo donde empieza a crecer al árbol hasta el punto final de donde termina la copa del árbol. En cambio, para medir el diámetro a la altura de pecho (DAP) en centímetros, se procedió a medir con una cinta métrica la circunferencia del fuste a 1.30 m desde el suelo. Esta medida de la circunferencia se dividió entre 3.1416 (valor de π) para obtener el valor del diámetro a la altura de pecho (DAP) del árbol ($DAP = \text{Circunferencia del fuste} / 3.1416$).

Se identificaron las características morfológicas especiales que presenta el individuo arbóreo: bifurcación del fuste, tipo de raíces, modificaciones de la raíz, tipo de corteza, tipo de hojas, etc. Es importante señalar si el árbol se encuentra en una etapa fenológica de floración y de fructificación. Además, debemos de verificar el actual estado fitosanitario del árbol, si presenta enfermedades, ataque de hongos, daños, etc. Por último, es importante anotar la ubicación exacta del árbol (parque, calle, avenida, distrito) y alguna referencia del lugar donde nos encontremos.

Es importante indicar que si antes de iniciar los trabajos de trasplante de un árbol, encontramos nidos de aves, huevos de aves o fauna silvestre como ardillas en los árboles, debemos de reportarlo al área de Medio Ambiente de la Municipalidad donde se ubica el árbol, a fin de que ellos se hagan responsables de su traslado.

a. Descripción de la especie a trasplantar

Se debe tomar la siguiente información botánica referida a la especie forestal antes de ser trasplantada:

- Familia botánica:
- Género:
- Especie:
- Forma de la Copa:
- Fuste:
- Corteza:
- Presencia de Flores:
- Presencia de Frutos:
- Tipo de Raíz:

b. Descripción del estado físico del árbol a trasplantar

En esta etapa se evaluaron todos los árboles a trasplantar, para ello, se empezó por la observación de la copa, la ramificación, el color y la cantidad de follaje que presentó cada árbol. Luego anotamos las características del fuste de cada árbol, si presentan deformaciones, heridas, enfermedades, plagas, etc. Seguidamente tomamos la información dasométrica de estos árboles, para ello estimamos la altura total del árbol (m) y medimos el diámetro a la altura del pecho (DAP) del fuste (cm) y el diámetro de la copa (m). Además, se anotaron las características de los aspectos físicos del árbol como inclinación del fuste, estado de la corteza, tipo de copa, follaje de la copa (Tabla 2).

Tabla 2: Ficha técnica de la especie forestal a trasplantar

FICHA TÉCNICA N° 1	
Inventario de la especie forestal a trasplantar	Elaborado por:
	Código:
	Fecha:
DATOS GENERALES	
UBICACIÓN DEL ÁRBOL	
Departamento: Lima	FOTO DEL MAPA DE UBICACIÓN DE LA ESPECIE FORESTAL A TRASPLANTAR
Provincia: Lima	
Distrito:	
Dirección:	
DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL	
Nombre científico:	FOTO DE LA ESPECIE FORESTAL A TRASPLANTAR
Nombre común:	
Familia:	
Altura Total (m):	
DAP (cm):	
Diámetro de Copa:	
Forma de copa:	
Inclinación del árbol:	
Corteza:	
Diámetro de Raíces:	
Observaciones:	Concepto Técnico Justificación del traslado
Estado Físico del árbol:	
Tipo de Copa:	
Follaje:	
Fuste:	
Raíz:	
Estado fitosanitario	
Manejo de la especie	
Poda de copa:	
Poda de raíz:	
Tratamiento Fitosanitario:	
Tala:	
Trasplante:	

c. Evaluación fitosanitaria de árbol

El control fitosanitario de árboles a trasplantar es necesario para constatar si estos presentaron enfermedades, plagas de insectos, hongos, gusanos, ácaros, termitas, ácaros y gorgojos que lo estén dañando. La evaluación del estado fitosanitario fue hecha según las observaciones de síntomas y/o signos de la presencia de agentes patógenos que afectan al árbol en sus hojas, fuste y ramas. Este punto se detalla más adelante.

d. Evaluación del entorno del árbol

Antes de realizar el trasplante de los árboles, se procedió a evaluar el entorno físico de cada uno de ellos. Esta evaluación fue muy importante para conocer si existen riesgos en las operaciones de trasplante y conocer las características físicas del lugar donde trabajaremos, para ello tomamos los datos de la ubicación exacta (dirección, distrito, provincia, departamento) de cada árbol, las condiciones del entorno donde estos se desarrollan como las avenidas cercanas, la existencia de rampas, si hay árboles ubicados a media calle o en una esquina, en un parque, calle, avenida o carretera. Constatamos si la presencia de peatonal y vehicular de la zona de trabajo es alta, media o baja, además de verificar si existe seguridad para los transeúntes al momento de realizar las actividades de trasplante (poda, carguío, transporte final). Se tuvo que verificar como es el área de influencia donde se ubica cada árbol, si existe interferencia de los árboles con el cableado público de luz y teléfono (lo que obligaría a una necesaria poda para reducir el tamaño de la copa), si se encuentran muy cerca de postes y de grifos de agua contra incendios, o si sus raíces interfieren con tuberías de agua o de gas.

Indicamos si la zona donde se ubican los árboles presenta diferentes estructuras como edificios, kioskos, paneles, letreros de señalización de las calles, semáforos, paneles publicitarios, etc. Además, se verificó si este lugar presenta cobertura de césped o de otras plantas rastreras, arbustos, cactus, plantas ornamentales y flores; y si el terreno se encuentra compactado y presenta materia orgánica.

4.2. Evaluación del estado fitosanitario de los árboles a trasplantar

Realizamos la evaluación del estado fitosanitario de los árboles a trasplantar con la finalidad de constatar daños y enfermedades debido a la presencia de plagas y enfermedades que originan problemas de pudrición en el tronco, las raíces y las hojas, malformaciones en hojas y ramas, secreciones, rajaduras y heridas en la corteza, además de verificar el debilitamiento del árbol que se manifiesta mediante la caída de ramas, corteza y flores.

Cuando se identificaron estos problemas sanitarios en los árboles, se aplicaron diferentes tratamientos químicos y físicos, dependiendo del daño que presentaron los árboles. Los tratamientos químicos son efectivos contra insectos y hongos (mediante la aplicación de compuestos hechos a base de cobre), también fungicidas (para eliminar hongos) y acaricidas (para eliminar ácaros). Si el árbol presenta hojas amarillentas producto de la clorosis (falta

de clorofila) debido a un desequilibrio de nutrientes, falta de oxigenación de las raíces por un suelo compactado, se puede aplicar abonos nitrogenados, quelatos en forma líquida (solución de Hierro al 2% p/v) y sulfato de magnesio (Soria, 2021).

La sequedad en las hojas de los árboles se debe principalmente a la falta de agua, potasio y magnesio, en estos casos se aplicó abonos foliares. Si las hojas presentan necrosis en el borde, no debemos agregar abonos con cloruros, debido a que esta necrosis es producto del exceso de cloruros en el suelo.

También se aplicaron tratamientos físicos a los árboles con problemas de sanidad eliminando sus partes dañadas o infestadas mediante podas de saneamiento, cortando aquellas ramas podridas o con ataque de hongos. También se eliminó la corteza dañada, infestada, con perforaciones de insectos y suelta del árbol.

4.3. Operaciones de trasplante

Las operaciones para el trasplante de los árboles consistieron principalmente en la poda de la copa y raíces del árbol, la preparación del cepellón, la extracción del árbol, la carga y transporte del árbol hacia su nueva ubicación y la plantación a campo definitivo.

4.3.1. Seguridad de los trabajadores

Los trabajadores portaron obligatoriamente su uniforme de trabajo y sus equipos básicos de seguridad mientras se realizaron la labor de poda de copa y de raíces de los árboles y durante las actividades de trasplante. Por ello contaron con sus equipos de protección personal (EPP) como ropa de trabajo, guantes de cuero, lentes de sol, casco con barbiquejo, equipos de protección auditiva, botas de seguridad, protectores respiratorios buco-nasales, cinturón de seguridad, sogas de servicio, cizalla.

4.3.2. Seguridad vial

Durante la ejecución de las labores de trasplante de los árboles fue necesario el mantenimiento ordenado del tránsito vehicular donde se ejecutó la obra, verificando la seguridad vial en los alrededores del lugar de trabajo. Los trabajos de trasplante se hicieron dentro del plazo estipulado y se trató de disminuir al mínimo impacto las molestias a los vecinos y transeúntes del lugar. Delimitamos la zona de trabajo con cintas especiales y conos, en paralelo un

trabajador hacía la labor de guía desviando los vehículos que circulaban en el área de trabajo, para ello contó con un silbato, un casco y letreros para detener o movilizar el tránsito del lugar.

En algunos trasplantes de árboles fue necesario habilitar una vía alterna por la mitad de la pista para el pase vehicular durante el tiempo que duraron los trabajos, sobre todo en avenidas y calles muy transitadas por automóviles y buses. En esos casos se coordinó con las autoridades municipales y policiales, ya que se modificó el tránsito normal del lugar, por lo que se contó con el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras del M.T.C., R.M. N° 413-93-TCC/15.5.

4.3.3. Poda de la copa árboles

Los árboles fueron podados para evitar el “shock de trasplante”, que vendría a ser un resentimiento normal del árbol inmediatamente después de ser plantado en su nueva ubicación, o por el estrés generado durante el proceso del plantado (Eguiluz Piedra, 2000). Es decir, esta poda ayudó a que estos árboles puedan adaptarse a su nueva ubicación y no se resequen o mueran. El propósito de esta poda es que la copa del árbol una vez podada tenga un tamaño proporcional a su sistema radicular. Es importante indicar que la poda de las ramas no debe ser mayor al 30% de la copa.

Seguimos un Protocolo de Poda, que abarcó la desinfección de las herramientas para podar (tijeras, machetes) tanto la copa como las raíces. Estas fueron desinfectadas empleando alcohol isopropílico al 70%, para evitar que plagas y enfermedades puedan transmitirse de un árbol a otro. Las herramientas y máquinas empleadas presentaron un estado óptimo de mantenimiento, no se encontraban oxidadas y presentaron un correcto afilado para evitar posibles accidentes de los trabajadores que manipulen estos equipos. Además, el personal obrero encargado de la poda de la copa contó con equipos de seguridad como arneses, cinturones de seguridad, cuerdas de seguridad y eslingas usadas para trepar árboles en caso fuera necesaria una poda de altura.

Los podadores son trabajadores calificados para este tipo de labores, con experiencia en poda y manejo de motosierra. Durante la poda de los árboles, se formaron brigadas conformadas por un podador calificado, un ayudante de poda (el cual también es un podador calificado), el cual se encargó de guiarlo con los cortes que debe realizar, y un ayudante que realizó el

recojo de los residuos orgánicos producto de la poda (ramas, follaje, maleza) que cayeron fuera del área de la poda y advirtió constantemente a los peatones y vehículos que circularon por el lugar de la poda sobre algún peligro debido a la caída de las ramas.

Los cortes de las ramas de árboles podados fueron hechos con una tijera de podar pico de loro. Estos cortes fueron limpios, casi al ras de las ramas y del tronco. Como recomienda Wightman *et al.* (2006) los cortes no se hicieron alejados de las ramas y del tronco porque originan la formación de muñones, los cuales son difíciles de cicatrizar, mueren con el tiempo y no queda un corte limpio en el árbol. Tampoco se hicieron cortes profundos en las ramas y el tronco porque estos no sanan y dejan heridas por donde penetran insectos y hongos que dañarían el árbol. Además, no se podaron las ramas con machete, porque esto conlleva a dejar cortes y heridas en el árbol.

Las ramas muy largas, pesadas, cargadas y con diámetros grandes, fueron podadas haciendo tres cortes para que al caer no desgarran la corteza. Siguiendo las recomendaciones de Del Risco (2022) empezamos disminuyendo el peso de la rama haciendo el primer corte a unos 30 a 60 cm de la unión de la rama con el tronco, el segundo corte fue realizado desde arriba a pocos centímetros delante del primer corte, mientras que el tercer corte fue hecho para remover el muñón que queda de la rama cortada del árbol, cortándolo por arriba de este muñón (Figura 3).

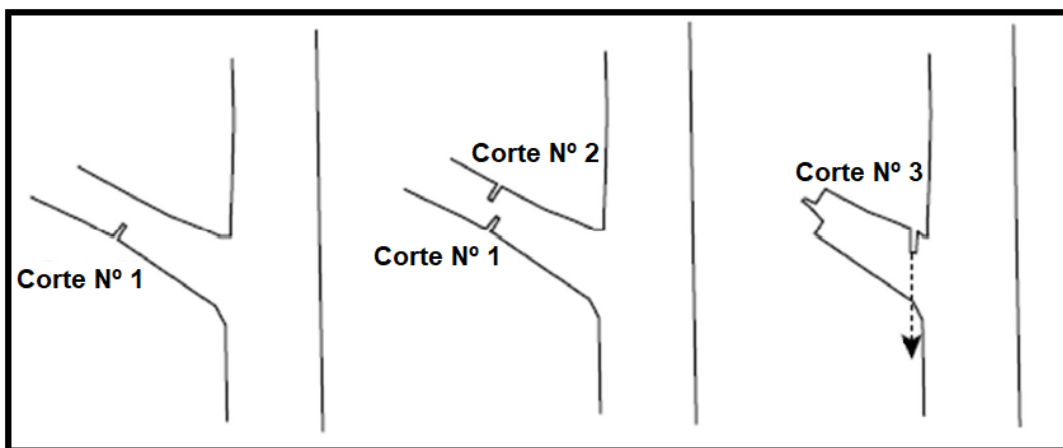


Figura 3: Cortes de ramas largas

Fuente: Del Risco (2022).

La poda de la copa de los árboles a trasplantar la hicimos para eliminar las ramas que presentan riesgo de romperse, aquellas secas, débiles, enfermas, con chupones y con señales de ataque de hongos y de insectos. La época de poda está en función del momento que se van a trasladar los árboles, independientemente de la estación del año en que nos encontremos. Pero si hay una época recomendable para podar sería en invierno, debido a que se reduce la pérdida de savia cuando se cortan las ramas. Además, durante el invierno los hongos e insectos se encuentran en menor actividad, con lo cual no infectarían las heridas en las ramas y troncos producto de las podas. En términos generales la mejor época para podar árboles sería en invierno, por ser un periodo de descanso previo de acumulación de reservas. En cambio, la peor época de poda vendría a ser el verano, debido a que las hojas se encuentran en formación (reservas al mínimo) o en defoliación (pérdida de reservas necesarias) (Del Risco, 2022).

4.3.4. Apertura de zanjas alrededor del árbol a trasplantar

Se abrió una zanja alrededor de los árboles a trasplantar, lo cual fue realizado según el tamaño y altura total del individuo arbóreo. Para ello se abrió una zanja de forma manual con lampas cuando los árboles fueron de porte más chico (hasta 3 metros de altura total). En cambio, se abrió una zanja forma mecánica, siendo esta más ancha y profunda, empleando una máquina retroexcavadora cuando los árboles tuvieron un porte más grande (de 3 a 5 metros de altura total).



Figura 4: Apertura de zanja

4.3.5. Poda de raíces

Se realizó la poda de las raíces con la finalidad de preparar a los árboles para su trasplante definitivo. Para ello, empezamos haciendo una zanja alrededor de cada árbol, para poder podar y perfilar las raíces laterales cuando el árbol se encuentre anclado en el suelo, lo cual ayuda a que nazcan nuevas raíces después que se trasplante el árbol. Esta poda la hicimos de forma manual con tijeras de podar cuando las raíces son muy pequeñas, también usamos serruchos y motosierras manuales chicas para eliminar raíces de mayor tamaño. El corte de las raíces fue lo más limpio posible, sin dejar bordes, ni ocasionar daños en las raíces. Hay que indicar que no usamos machetes para cortar las raíces de los árboles. Además, al momento del trasplante, podamos un poco la raíz para corregir su estructura y prevenir un crecimiento anormal (Eguiluz Piedra, 2000).

Como medida de sanidad, al finalizar la poda de las raíces se procedió a usar desinfectantes en las heridas de las raíces podadas, empleando pasta bordalesa y alquitrán vegetal. Las labores de poda de copa y de raíces de los árboles generaron una gran cantidad de residuos vegetales y maleza. Cada vez que se podaba un árbol, toda la maleza producto de esta actividad fue acopiada en un punto específico de recojo. Estos desechos y restos vegetales producto de la poda de copas y raíces, fueron transportados por los trabajadores de limpieza municipal hacia un relleno sanitario pertinente.

4.3.6. Formación del cepellón

El cepellón es el volumen del sistema radicular de un árbol envuelto o que se encuentra adentro de un determinado envase (Eguiluz Piedra, 2000). La formación del cepellón es importante para otorgar un equilibrio entre el tamaño de la raíz, la copa y el grosor del fuste del árbol a trasplantar. La etapa de formación del cepellón empezó cuando realizamos la poda de las raíces laterales. Podemos considerar de manera general que el diámetro del cepellón será de 2 a 3 veces el perímetro del fuste del árbol medido a 1 m de altura del terreno y 1-2 veces en altura, excepto árboles de gran tamaño y en casos particulares, según la dificultad para extraer el árbol (Junta de Andalucía, 2002). Para calcular el peso en toneladas del árbol a trasplantar, tomamos las medidas del diámetro y altura del cepellón, además del perímetro de su fuste, a partir de estas medidas obtenemos el peso del árbol según la tabla de medidas (Tabla 3).

Tabla 3: Relación entre el perímetro del fuste, diámetro del cepellón, altura del cepellón y peso del árbol a trasplantar

Perímetro del fuste del árbol (cm)	Diámetro del cepellón (m)	Altura del cepellón (m)	Peso del árbol (t)
30	0.75	0.5	2.5
40	1	0.6	3.3
50	1.25	0.75	3.9
60	1.5	0.9	4.6
70	1.75	1.05	5.9
80	2	1.2	7.6
90	2.25	1.35	9.3
100	2.5	1.5	11

Fuente: Junta de Andalucía (2002).

Una vez que se formó el cepellón le aplicamos ácido giberélico debido a que es una fitohormona que regula el crecimiento, generando nuevas raíces en el cepellón, lo cual es necesario para el desarrollo del árbol trasplantado.

4.3.7. Enretado

El enretado es una acción que se basa en envolver el cepellón con una tela de material biodegradable para darle forma y aumentar su consistencia; ese enretado lo realizamos antes del corte de la raíz principal de los árboles a trasplantar (Junta de Andalucía, 2002). En los trabajos desarrollados en el ámbito del Proyecto Línea 1, se envolvió el cepellón con una tela de yute biodegradable (Figura 5) con la finalidad de que éste no se desmorone y otorgarle una mayor consistencia. Posteriormente, protegimos ese yute biodegradable con un film de plástico para asegurarlo y preservar su forma (Figura 6).



Figura 5: Cepellón con yute biodegradable

Es importante hacer un buen enretado y en caso de que partes del sustrato se desmoronen durante la formación del cepellón, debemos rellenarlo con la misma tierra para darle forma y consistencia al cepellón.



Figura 6: Árboles de Ficus enretados con yute biodegradable y plástico film



Figura 7: Árboles enretados listos para el carguío al camión grúa

4.3.8. Extracción de los árboles a trasplantar

Una vez que se le realizó el enretado al cepellón procedimos a la extracción de los árboles a trasplantar. Esta extracción se hizo dependiendo del tamaño y peso del árbol. En el caso de árboles pequeños la extracción se hizo de forma manual removiéndolos hasta que la raíz principal cedió y pudo romperse con facilidad.

Si los árboles fueron de mayor peso y tamaño entonces fue necesario contar con el camión-grúa para la extracción mecánica de dichos árboles. Este camión-grúa debe tener una capacidad de peso de hasta 10 toneladas. El procedimiento de la extracción mecánica consistió en sujetar cada árbol con las eslingas de la grúa, para luego proceder a hacer el izaje empleando un cable de acero atado debajo del cepellón, la fuerza que generó el movimiento de la grúa cortó la raíz principal de estos árboles de mayor tamaño.

4.3.9. Montaje y carguío de los árboles al camión grúa

Después de extraídos los árboles procedimos a realizar el montaje y el carguío en el camión grúa. Cada árbol con las eslingas amarradas fue subido con la ayuda del brazo de la grúa hasta la plataforma del camión. Esta acción es de mucho cuidado, evitando en todo momento

que el árbol no se desprenda. Además, fue necesario liberar de transeúntes la zona de influencia durante esta operación de carguío (Figura 8).



Figura 8: Izaje de árbol de Ficus

4.3.10. Traslado de los árboles

Una vez que colocamos los árboles en la plataforma del camión grúa, los trasladamos a su nueva ubicación para su posterior plantación. Al realizar el traslado seguimos una ruta de tránsito por una vía de acceso definida previamente para no ocasionar un congestionamiento vehicular durante este viaje. El camión grúa contó con la señalización respectiva y con el permiso de la Municipalidad Metropolitana de Lima para transportar este tipo de material vegetal. Durante el traslado fue fundamental que los árboles no sufrieran daños en el tronco, la copa y el cepellón, para ello los cubrimos con una manta orgánica de protección, la cual fue sujetado en la plataforma del camión con las eslingas.

4.3.11. Trasplante de los árboles en su ubicación final

Los árboles extraídos fueron llevados en un lugar previamente indicado, pudiendo ser un parque, vivero, berma central, o una avenida todos ubicados dentro de los distritos de San Borja y Santiago de Surco. Estos fueron llevados a su nueva ubicación en el camión grúa orientado a su norte magnético para ser posteriormente ser plantados. Se descargaron los árboles del camión grúa (Figura 9) y se plantaron preferentemente en horas tempranas de la mañana, evitando un shock de trasplante debido al exceso de calor o por fuertes vientos que pudieran ocurrir si se hubieran plantado en horas de la tarde.

Antes de que estos árboles fueran llevados para su reubicación final, realizamos la excavación del hoyo y la preparación del suelo. Para plantar cada árbol hicimos un hoyo con una medida de diámetro de medio metro mayor que el ancho del cepellón del individuo arbóreo y con una profundidad mayor que la altura del cepellón. Los árboles crecerán mejor en un suelo franco arenoso y con buen drenaje. Muchas veces en la ciudad se plantan árboles en sitios malos, pedregosos, con escombros, por lo que se debe remover y colocarse un suelo mejorado. Cuando nos encontramos ante un suelo duro, lo mejor es aflojarlo y desmoronar el suelo (Eguiluz Piedra, 2000).



Figura 9: Descarga de árbol de Ficus para ser trasplantado

En el fondo del hoyo se agregó de uno a dos sacos de 20 kg de materia orgánica (compost) dependiendo del tamaño de la especie y se procedió a colocar el árbol en dicho hoyo, el cepellón fue puesto de forma que el eje principal del árbol estuviera en posición vertical. Agregamos la tierra que fue sacada previamente del hoyo y tapamos el cepellón.

Una vez que lo cubrimos totalmente de tierra, compactamos el suelo con nuestros pies de forma que el árbol plantado se quede estabilizado. Todos los árboles trasplantados siguieron la orientación del norte magnético. Para finalizar, colocamos una capa de 5 cm de mulch orgánico sobre el suelo de cada árbol plantado, y lo regamos con abundante agua.



Figura 10: Sacos de compost para agregar a los árboles trasplantados

La ubicación final de estos árboles trasplantados se hizo en coordinación con la Municipalidad Metropolitana de Lima, quien dio la conformidad a los trabajos de trasplante realizados durante el desarrollo de la obra.

4.3.12. Transporte de maleza y disposición final

Después de trasplantar los árboles procedimos a eliminar la maleza generada en todas las etapas de las operaciones de trasplante. Esta maleza y desechos vegetales (hojas, raíces,

ramas) producto de las diferentes etapas de operaciones (podas de copa y de raíces principalmente), fue llevada a un relleno sanitario para su disposición final y tratamiento.

4.4. Cuidado de los árboles trasplantados

Una vez trasplantados los árboles, se les realizaron tratamientos post trasplante como riego, abonamiento, podas y un control biológico, con la finalidad de cuidar estos árboles y asegurar su sobrevivencia. Es importante realizar podas periódicas a los árboles trasplantados para remover aquellas ramas muertas y secas que pudiera tener, eliminar posibles peligros a viviendas y transeúntes como las caídas de ramas y mejorar la sanidad del árbol ante posibles ataques de patógenos (Del Risco, 2022).

4.4.1. Riego de los árboles trasplantados

El riego es la acción de abastecer de agua a un suelo con el objeto de satisfacer los requerimientos hídricos de una planta (Bulnes *et al.*, 2017). Todos los árboles trasplantados fueron regados con camiones cisterna según las necesidades de riego de la especie y la época el año. Por ejemplo, en verano los árboles fueron regados una vez por semana y en invierno fueron regados cada 15 días. Según su estado fenológico, los árboles durante su etapa de floración demandan mayor cantidad de agua, por lo que fueron regados una vez por semana. Y en lo que respecta al tamaño de los árboles, aquellos más grandes fueron regados con un mayor volumen de agua, en comparación a los de menor tamaño.



Figura 11: Riego de especie forestal trasplantada

Es importante mencionar que los árboles deben ser regados cuando sea necesario, sin excedernos en el uso de agua porque esto podría conllevar a la asfixia de las raíces, el aumento de hongos en las raíces por acción de la humedad en el suelo, la pudrición de raíces, o incluso la muerte del árbol.

4.4.2. Abonado de los árboles

Para que los árboles trasplantados crezcan más vigorosos y sanos, se les aplicó un abonado correspondiente una vez al año. Para ello, alrededor de cada árbol se le agregó de forma anual 2 sacos de 20 kilos de abono orgánico (compost).

4.4.3. Tratamientos a los árboles trasplantados

A cada árbol trasplantado le realizamos una serie de tratamientos en sus diferentes partes para que soporten el “shock de trasplante”. Este “shock de trasplante” provoca que los árboles sean vulnerables a la sequía, plagas y enfermedades. El shock dura hasta que la planta reestablezca el equilibrio entre la parte aérea y su raíz (Alvarado et al., 2014).

Para que los árboles trasplantados se desarrollen sin problemas, primeramente, les colocamos un abono tripotásico, el cual es un oxigenante del suelo que ayuda al enraizamiento favoreciendo la respiración por medio de las raíces. También aplicamos productos auxínicos y hormonas vegetales para aumentar su sistema radicular. Sobre el suelo donde están los árboles se colocó un mantillo compuesto de compost, nitrógeno, fósforo y potasio con la finalidad de aportar un mayor número de nutrientes al suelo. En el follaje de los árboles agregamos un antitranspirante, que viene a ser un aceite coadyuvante al 1%, el cual ayuda a disminuir la transpiración de las hojas del árbol para evitar que consuma una mayor cantidad de agua. Además, como forma de prevenir posibles ataques de patógenos (hongos, insectos) y darle mayor vitalidad se aplicó abono foliar en el follaje de los árboles trasplantados.

En caso de ataque de patógenos a los árboles trasplantados, se realizó un control fitosanitario. Cuando se reportó el ataque de trips (*Gynaikothrips ficorum* y *Gynaikothrips uzeli*) a la especie “Ficus” *Ficus benjamina*, esta plaga se combatió agregando Cipermetrina (100cc/100 litros). Mientras que, cuando se reportó el ataque de hongos al “Molle costeños” *Schinus terebinthifolia*, se eliminaron los hongos con oxiclورو de cobre (500 gr/cilindro).

También se recomienda un control realizar un control cultural cuando diferentes plagas atacan a los árboles trasplantados como “ficus”, “molle serrano”, “huaranguay”, como la aplicación de insecticidas ecológicos y lavados a presión (Machuca, 2021) (Tabla 4).

Tabla 4: Control cultural de las principales plagas en el arbolado urbano

Árbol hospedero	Plaga	Control cultural
<i>Ficus benjamina</i> ("Ficus")	"Trips" <i>Gynaikothrips ficorum</i> y <i>Gynaikothrips uzeli</i>	Se recomienda realizar lavados a presión y aplicar detergente agrícola.
	"Mosca blanca del ficus" <i>Singhiella simplex</i>	Se recomienda realizar lavados a presión y aplicar detergente agrícola.
<i>Tecoma stans</i> ("Huaranguay")	"Polilla del tecoma" <i>Erosina hyberniata</i>	El mantenimiento de los árboles es muy importante, ya que se ha observado que esta plaga afecta con mayor incidencia a los árboles que carecen del mismo. Se recomienda la aplicación de insecticidas biológicos a base de <i>Bacillus thuringiensis</i> , sobre todo cuando las larvas se encuentran en sus primeros estadios.
<i>Schinus molle</i> ("Molle serrano")	"Silido del molle" <i>Calophya schini</i>	No requiere de un manejo específico mientras que los árboles reciban un buen mantenimiento. Las podas sanitarias, en algunos casos, contribuyen a reducir las poblaciones de esta plaga.

Fuente: Machuca (2021).

4.4.4. Evaluación final de los árboles trasplantados

Realizamos evaluaciones periódicas durante 3 meses (90 días) una vez trasplantados los árboles en su nueva ubicación, para comprobar la sobrevivencia de estos árboles. Por ello, evaluamos sus características como altura total, estado de la copa (ramificación y cantidad de follaje) y estado del fuste del árbol (su rectitud, presencia de heridas y desgarros en la corteza, bifurcación del fuste). Por último, realizamos controles biológicos periódicos para constatar que no presenten ataques de plagas y enfermedades, además verificamos que cada árbol se encuentre sano y con buen crecimiento. Una vez concluido los tres meses de evaluación, los Municipios de los distritos donde se trasplantaron los árboles (Surco y de San Borja), se hicieron cargo del mantenimiento de estos individuos arbóreos (podas, riegos, abonamientos y control fitosanitario).

La respuesta de los árboles al trasplante fue positiva en la mayoría de casos, debido a la muy baja mortalidad presentada, y a la buena adaptación de los árboles a su nueva ubicación. Es así que de un total de 706 árboles trasplantados (246 en San Borja y 460 en Surco), sobrevivió el 90% (635 árboles sobrevivientes).

En el distrito de San Borja se trasladaron en total 246 individuos arbóreos agrupados en 12 especies forestales, sobreviviendo en total 221 árboles trasplantados (90%). Las especies forestales con el mayor número de individuos trasplantados fueron *Ficus benjamina* (“ficus”) con 166 individuos, seguida de *Tipuana tipu* (“tipa”) con 38 individuos, *Ficus obtusifolia* (“higuerón”) con 10 individuos y *Schinus terebinthifolia* (“molle costeño”) con 9 individuos (Tabla 5). Hay que indicar que tanto el *Ficus benjamina* (“ficus”) como la *Tipuana tipu* (“tipa”) sobrevivieron muy bien al trasplante en Surco y San Borja, debido principalmente al buen mantenimiento que se les dio post trasplante (riegos, podas, abonamiento) y a que los suelos de estos distritos presentan un alto contenido de materia orgánica. Además, *Tipuana tipu* (“tipa”) crece bajo condiciones medias y en suelos diversos (incluso pobres) y sometidos a una relativa escasez de agua (Salazar, 20009), por lo que podría adaptarse a condiciones de trasplante.

Mientras que, en el distrito de Santiago de Surco se trasladaron en total 460 individuos arbóreos agrupados en siete especies forestales distintas, de estos 460 árboles, sobrevivieron 414 (90%). Las especies forestales con el mayor número de individuos trasplantados fueron *Schinus molle* (“molle serrano”) con 231 individuos, seguida de *Ficus benjamina* (“ficus”) con 146 individuos y *Schinus terebinthifolia* (“molle costeño”) con 72 individuos (Tabla 6). La especie *Schinus molle* (“molle serrano”) se adaptó muy bien al trasplante, sobreviviendo casi la mayoría de individuos trasplantados debido a su rusticidad (habilidad de sobrevivir a condiciones adversas como sequía o climas extremos) siendo una especie nativa que se adapta muy bien al clima y suelos de Lima, recomendable para planes de arborizaciones urbanas en los diferentes distritos de nuestra capital. Salazar (2000) menciona que *Schinus molle* (“molle serrano”) se desarrolla de forma vigorosa en suelos profundos, pobres y con escasez de agua, y que responde de forma favorable a las podas de formación, además de ser una de las especies más abundantes en el distrito de Surco.

Se tuvo un 10% de mortalidad en los árboles trasplantados, lo que podría deberse principalmente a que las raíces no se llegaron a acomodar del todo bien al formar el cepellón y a una mala poda de la copa dejando heridas en el árbol por donde podrían ingresar agentes patógenos ocasionando enfermedades y en consecuencia la posterior muerte del árbol.

Tabla 5: Especies forestales trasplantadas en el distrito de San Borja

Distrito de San Borja		
Especie	Nombre científico	N° de individuos trasplantados
Álamo	<i>Populus nigra</i>	3
Ciprés	<i>Cupressus sempervirens</i>	3
Ficus	<i>Ficus benjamina</i>	166
Fresno	<i>Fraxinus americana</i>	1
Higuerón	<i>Ficus obtusifolia</i>	10
Molle serrano	<i>Schinus molle</i>	3
Ceibo	<i>Ceiba speciosa</i>	7
Tipa	<i>Tipuana tipu</i>	38
Jacarandá	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	1
Melia	<i>Melia azedarach</i>	2
Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolia</i>	9
Pacae	<i>Inga feuillei</i>	3
Total de árboles trasplantados en San Borja		246

Tabla 6: Especies forestales trasplantadas en el distrito de Surco

Distrito de Surco		
Especie	Nombre científico	N° de individuos trasplantados
Álamo	<i>Populus nigra</i>	1
Ficus	<i>Ficus benjamina</i>	146
Huaranguillo	<i>Acacia horrida</i>	1
Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolia</i>	72
Molle serrano	<i>Schinus molle</i>	231
Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i>	1
Schefflera	<i>Schefflera</i> sp.	8
Total de árboles trasplantados en Surco		460

4.5. Manejo de Áreas verdes

Se realizó el manejo y cuidado de las áreas verdes donde se trasladaron los árboles en la zona de influencia del Proyecto Eje del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo Línea 1. Este manejo comprendió principalmente las actividades de instalación y cuidado de macizos de plantas y la instalación y el manejo de gras.

4.5.1. Instalación y mantenimiento de macizos de plantas

Esta actividad consistió en sembrar nuevas plantas en diferentes zonas de influencia de la Línea 1. Las plantas sembradas pueden ser perennes o de estación. Para ello, se consideró en primer lugar del terreno de siembra, es por eso prepararemos el suelo con tierra de chacra y abono orgánico, una vez listo el terreno, sembraremos las plantas necesarias según el tamaño del lugar.

A su vez, también realizamos las labores de mantenimiento de los macizos de plantas (perennes y de estación), mediante la limpieza de terreno, la eliminación de plantas invasoras mediante labores de deshierbado, el control sanitario mediante la fumigación y podas de saneamiento, y por último, las actividades de recalce que consistieron en reemplazar aquellas plantas muertas o muy enfermas por otras nuevas y sanas.

Las plantas perennes que utilizamos principalmente fueron acalifa roja (*Acalypha wilkesiana*), cucarda (*Hibiscus rosa-sinensis*), lantana (*Lantana camara*), laurel (*Nerium oleander*), lentejita (*Pilea microphylla*), sanguinaria (*Alternanthera* sp.), senecio (*Senecio cineraria*) y schefflera (*Schefflera arboricola*). Las flores de estación que empleamos fueron dalia (*Dahlia figaro*), geranio (*Pelargonium x hortorum*), calendula (*Calendula officinalis*), petunia (*Petunia grandiflora*) y salvia roja (*Salvia splendens*).

4.5.2. Control fitosanitario de los macizos de plantas

Se realizaron labores fitosanitarias en los macizos con plantas instaladas en los diferentes lugares del área de influencia del Proyecto de Transporte Masivo Línea 1. Estas actividades se realizaron en lugares muy transitados por personas, por lo que fueron hechas con especial cuidado sobre todo por las fumigaciones de plantas ubicadas en zonas concurridas. Por ello, los encargados de la fumigación de los macizos contaron con un equipo de protección personal (EPP) que incluyó un traje especial de ropa hidrofóbica (pantalón, casaca, mandil), gorra,

careta de protección, lentes, guantes especiales, botas sanitarias PVC y un protector facial para la respiración. Entre los compuestos químicos usados estuvieron el oxiclورو de cobre 500 g /cilindro (para eliminar hongos), cipermetrina 150cc/100 litros (contra gusanos y lepidópteros), metaldehído 10 gr/m² (para eliminar caracoles) y abamectina 100 cc/100 litros (contra moscas minadoras de hojas).

4.5.3. Manejo de gras

Utilizamos el “gras americano” *Stenotaphrum secundatum*, el cual fue sembrado en las áreas verdes en la zona de influencia del Proyecto de Transporte Masivo Línea 1 en los distritos de San Borja y Surco. Las actividades de manejo de gras comprendieron el corte y perfilado de césped, siembra, resiembra y reposición con champas de césped cuando fue necesario (en lugares donde el césped se secó o fue destruido), además del escarificado, la aireación, y el deshierbado cuando las áreas de césped fueron invadidas por mala hierba o vegetación no deseada como “llantén” *Plantago lanceolata*, “diente de león” *Taraxacum officinale*, “trébol blanco” *Trifolium repens*, “violeta salvaje” *Viola sororia*. Es importante el eliminar estas malas hierbas porque ocasionan que las raíces del gras se debiliten, disminuyendo su calidad al dejarlo con un color verde muy pálido, además, es un tipo de vegetación que al crecer dentro de gras sembrado, le otorga un mal aspecto, por lo cual debe ser eliminada. Estas malas hierbas se multiplican fácilmente mediante semillas que son esparcidas por el viento o por el agua de riego, o son traídas por las aves que habitan en nuestra ciudad. Por lo cual se realizó un mantenimiento constante de las áreas verdes evitando la proliferación de esta vegetación no deseada, mediante un personal capacitado en el corte y limpieza del césped, que se agrupó en brigadas conformadas por maquinistas de motoguadaña y ayudantes de limpieza de maleza y del gras cortado.



Figura 12: Maquinista cortando el gras con motoguadaña



Figura 13: Gras cortado

Se realizó el mantenimiento y corte del gras cada dos semanas, para lo cual fue necesario cortar el gras hasta un tamaño de 2 a 3 cm de altura, para evitar problemas de crecimiento futuros, un gras disparejo y con presencia de malas hierbas.

Para un mejor corte de gras, se recomienda un corte según la estación del año para lograr un gras sano con buen tamaño (Soria, 2021) (Tabla 7).

Tabla 7: Frecuencia de corte de gras según la estación del año

Parámetros	Estación			
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Frecuencia de corte	10 días	7 días	10 días	14 días
Altura de césped ideal	2 - 3 cm	3 cm	2 - 3 cm	2 - 3 cm

Fuente: Soria (2021).

4.5.4. Riego

Para realizar la labor del riego de los macizos de plantas perennes, flores estacionales y del gras se emplearon camiones cisterna abastecidos de agua que provenía del canal del Río Surco. Estos camiones salían a regar bajo un cronograma establecido previamente. Cada camión consta de un chofer y un ayudante de riego encargado de manipular la motobomba de riego, y tiene una capacidad de 3,000 a 5,000 galones de agua. La ventaja de este método es que se regaron macizos en lugares que no contaban con puntos de agua para riego, ni riego tecnificado, mientras que su desventaja fue que ocasionó un tráfico vehicular en las vías de riego.

Los macizos de plantas y el gras fueron regados con los camiones cisterna una vez por semana durante las estaciones de otoño e invierno. Sin embargo, durante las estaciones de veranos y primavera, se regó dos veces por semana, con un promedio cinco litros de agua por m².

Es recomendable realizar el tratamiento de aguas residuales para ser usada para el riego de áreas verdes en la ciudad de Lima, debido a la escasez hídrica de las fuentes superficiales de agua para Lima Metropolitana (Dohm et al., 2017).



Figura 14: Riego de áreas verdes usando un camión cisterna

V. CONCLUSIONES

- El trasplante de árboles de porte bajo (hasta 5 metros de altura) y porte medio (de 5 a 10 metros de altura) en zonas urbanas debe basarse en procedimientos técnicos para la poda correcta la copa (eliminar las ramas enfermas y no dejar heridas en el árbol), la poda de raíces (cortes limpios, sin dejar heridas en las raíces), la extracción de los árboles y la plantación final en su nueva ubicación.
- Los factores más importantes en el trasplante de árboles son la poda de copa, la poda de raíces y la formación del cepellón. Un correcto manejo de estas actividades evitará el “shock de trasplante” y logrará la supervivencia de los árboles.
- La formación del cepellón es fundamental para lograr el equilibrio entre el tamaño de la raíz, la copa y el grosor del fuste del árbol a trasplantar. El enretado del cepellón con un material de yute biodegradable es importante para darle forma y consistencia al cepellón.
- El mantenimiento de los árboles trasplantados es importante para lograr su supervivencia. Esto se da mediante abonamientos anuales, podas de formación y saneamiento y riegos periódicos según la especie y época del año. Además, se debe hacer un monitoreo periódico de estos árboles trasplantados para reportar posibles daños, ataques de enfermedades, o incluso la muerte de algún individuo arbóreo.
- El manejo de las áreas verdes con macizos de plantas y de gras, debe estar enfocado en el uso eficiente del agua para riego, el uso de abonos orgánicos (compost, humus) y el control fitosanitario mediante podas de saneamiento y deshierbes periódicos.

VI. RECOMENDACIONES

- Es necesario que todos los trabajadores cuenten obligatoriamente con sus equipos de protección personal (EPP) y seguridad ocupacional, con la finalidad de protegerlos de eventuales accidentes.
- Se recomiendan que se realicen capacitaciones constantes al personal obrero que realiza el trasplante de árboles, sobre todo en temas sobre podas, seguridad ocupacional y control fitosanitario de especies forestales.
- Durante las actividades de trasplante de los árboles se debe contar permanentemente con un prevencionista que garantice la seguridad de los trabajadores y de las personas cercanas a los trabajos de trasplante.
- Se debe señalar el tránsito vehicular durante el trasplante de los árboles para garantizar que no ocurran accidentes con los automóviles y buses que circulan en el área de influencia de las obras. Además, se recomienda realizar las actividades de traslado de árboles en los horarios de poco tránsito y congestión vehicular.
- Realizar periódicamente censos forestales de todos árboles de los distritos de Lima Metropolitana, para conocer su ubicación, sus características morfológicas como la altura total, diámetro de copa y diámetro a la altura de pecho (DAP) y sanidad. Esto servirá para realizar el manejo de las especies forestales respecto al riego, las podas sanitarias y de crecimiento y los controles fitosanitarios.
- Si un árbol trasplantado no logra sobrevivir, se deben plantar 10 árboles en su reemplazo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, A., Guajardo, F., y Devia, S. (2014). *Manual de plantación de árboles en áreas urbanas*. Corporación Nacional Forestal. https://cultivandoflores.com/wp-content/uploads/2020/06/Gu%C3%ADa-para-Plantar-Arboles-en-la-Ciudad-PDF-CultivandoFlores.Com_.pdf
- Arze, A., y Weeda, H. (1996). *Manual de arbolado urbano: Ciudad de La Paz*. Instituto de Ecología-UMSA.
- Birche, M. E., y Jensen, K. C. (2018). Relevamiento y catalogación de los espacios verdes de uso público de la ciudad de La Plata, Argentina. *Revista Urbano*, 37: 82-93. ISSN 0717 - 3997 / 0718-3607.
- Benito, G., y Palermo-Arce, M. (2021). *El árbol en la ciudad: manual de arboricultura urbana*. Editorial Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.
- Bulnes, F., Orrego, M., y Terán, A. (2017). *Árboles y palmeras del vivero forestal*. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Cardona-Arango, K. C., y Bermúdez-Zapata, V. (2019). *Arbolado urbano como estrategia de gestión de la calidad del aire* [Trabajo de Especialización en Gestión Ambiental, Universidad de Antioquia]. Repositorio institucional Universidad de Antioquia. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/15906>
- Castañeda, D. (2021). *Resultados comparativos de dos metodologías empleadas en un inventario de arbolado urbano en la ciudad de Lima* [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4903>
- Castañeda-Varas, O. (2018). *Diagnóstico para la implementación de la forestería urbana en Lima Metropolitana* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3511>

- Del Risco, R. (2022). *Procedimiento de trabajo seguro en la actividad de poda en altura de árboles en zonas urbanas* [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5434>
- Dohm, S., Cardich, C., Miranda, L., y Carranza-Risco, X. (2017). *Guía para elaborar medidas de adaptación al cambio climático para Municipalidades Distritales de Lima Metropolitana*. Cooperación alemana para el desarrollo. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/3490>
- Dowhal, A. (2021). *Arboricultura urbana*. Editorial Maipue.
- Eguiluz Piedra, T. (Ed.) (2000). *Manual Técnico para la Poda, Derribo y Transplante de Árboles y Arbustos de la Ciudad de México*. Gobierno del Distrito Federal Ciudad de México.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2017a). Expertos de 15 países discuten hoja de ruta para construir ciudades más verdes en América Latina y el Caribe. Noticia. FAO en Perú. <http://www.fao.org/peru/noticias/detail-events/es/c/892705/>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2017b). *Directrices para la silvicultura urbana y periurbana*. Estudio FAO: Montes N° 178. Roma, FAO
- Grupo Xcaret. (2020). *Manual de trasplante de árboles*. XCARET. <https://www.grupoxcaret.com/es/wp-content/uploads/2020/03/Manual-de-Trasplante-de-Arboles.pdf>
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2022). *Lima supera los 10 millones de habitantes al año 2022*. <https://www.inei.gov.pe/prensa/noticias/lima-supera-los-10-millones-de-habitantes-al-ano-2022-13297/>
- Junta de Andalucía. (2002). *Trasplante de material vegetal de porte arbóreo por el método de cepellón escayolado*. Junta de Andalucía.
- Lima Cómo Vamos. (2022). *¿Cómo vamos en Lima y Callao? Reporte urbano de indicadores de calidad de vida 2021*. Sistema Urbano.

- Línea 1 del Metro de Lima. (2015). *Informe de Sostenibilidad 2015*. Metro de Lima. https://www.lineauno.pe/wp-content/uploads/2019/06/Reporte-LINEA1-2015_ESP.pdf
- Machuca, Y. (2021). *Plan de manejo del arbolado urbano para la mejora del mantenimiento de las áreas verdes en San Borja, Lima, Perú* [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional UNALM. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4730>
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2014). *Estrategia de Adaptación y Acciones de Mitigación de la Provincia de Lima al Cambio Climático*. Municipalidad de Lima. Gerencia de Medio Ambiente. <https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/32c47abb5068d8c5.pdf>
- Mohedano-Caballero, L., Cetina-Alcalá, V. M., Chacalo-Hilu, A., Trinidad-Santos, A., y González-Cossio, F. (2005). Crecimiento y estrés post-trasplante de árboles de pino en suelo salino urbano. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 11(1), 43-50.
- Ordenanza N° 1852-2014-MML. Ordenanza para la Conservación y Gestión de Áreas Verdes en la provincia de Lima (28 de diciembre de 2014). <https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/793d8fbb0c8e70f5.pdf>
- ONERN Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales del Perú. (1976). *Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa*. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales del Perú.
- Peña-Guillen, V. (2015). Configuración espacial de las áreas verdes públicas en el ámbito distrital adyacente a la Costa Verde, Lima. *Anales Científicos*, 76(1), 52–58. <https://doi.org/10.21704/ac.v76i1.764>
- Quispe, E (2017). *Situación de las Áreas Verdes urbanas en Lima Metropolitana* [Trabajo Monográfico para Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Russo, I. (2000). Mi programa verde. Congreso Forestal Latinoamericano. Mesa redonda. Presentación de libros. Tomo III.
- Saiz de Omeñaca, J. A., Giraldo, M., Prieto-Rodríguez, A. (2012). Trasplante de grandes árboles. *Foresta*, 53, 46-53.

- Salazar, J. (2000). *Identificación y caracterización dendrológica de 47 especies de árboles y arbustos cultivados en Santiago de Surco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K., y Williams, J. (1998). *Manejo de las áreas verdes urbanas: Documento de buenas prácticas*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Soria, D. (2021). *Manejo de áreas verdes urbanas en el distrito de San Isidro, Lima* [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional UNALM. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5076>
- Villalobos, K., Suárez, E., Yauli, G., y Manta, M. (2014). Evaluación fitosanitaria de árboles ornamentales en la Av. Monte de los Olivos, distrito de Surco, Lima. *Xilema*, 27, 33-42. <https://doi.org/10.21704/x.v27i1.173>
- Wightman, K., Cornelius, J., y Ugarte, J. (2006). *Plantemos madera*. World Agroforestry Centre (ICRAF).

ANEXOS

Anexo 1: Riego recomendado para especies forestales en Lima

Especies	Árbol joven		Árbol mediano		Árbol adulto	
	Riego quincenal (litros)		Riego quincenal (litros)		Riego quincenal (litros)	
	Verano (litros)	Invierno (litros)	Verano (litros)	Invierno (litros)	Verano (litros)	Invierno (litros)
“Álamo” <i>Populus nigra</i>	66	38	176	103	275	161
“Algarrobo” <i>Prosopis pallida</i>	31	18	101	59	228	133
“Casuarina” <i>Casuarina cunninghamiana</i>	72	42	143	84	215	125
“Ciprés” <i>Cupressus macrocarpa</i>	60	36	242	141	363	212
“Eucalipto” <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	53	31	212	124	423	247
“Falso boliche” <i>Harpullia arborea</i>	78	45	156	91	311	182
“Ficus” <i>Ficus benjamina</i>	50	46	199	116	398	233
“Molle costeño” <i>Schinus terebinthifolia</i>	38	22	152	89	342	200
“Molle serrano” <i>Schinus molle</i>	27	16	108	63	243	142
“Papelillo” <i>Koelreuteria paniculata</i>	44	26	175	102	394	230
“Ponciana” <i>Delonix regia</i>	37	22	147	86	332	194
“Tara” <i>Caesalpinia spinosa</i>	36	21	72	42	143	84
“Tipa” <i>Tipuana tipu</i>	36	21	143	84	322	188
“Tulipán africano” <i>Spathodea campanulata</i>	72	42	149	87	303	177

Se tomaron cinco meses para la época de “verano” (diciembre-abril) y siete meses para la época de “invierno” (mayo-noviembre).

Fuente: Bulnes et al. (2017).

Anexo 2: Hongos que dañan el arbolado urbano

Agente	Familia	Especie	Árbol hospedero	Daño	Parte afectada
				Cancro	Fuste
Hongo	Botryosphaeriaceae	<i>L. theobromae</i>	<i>Ficus benjamina</i> ("Ficus")	Pudrición	Fuste
				Descortezamiento	Corteza externa, Corteza interna y Raíces
Hongo	Ganodermataceae	<i>G. applanatum</i>	<i>Delonix regia</i> ("Ponciana")	Pudrición	Fuste
			<i>Schinus molle</i> ("molle serrano")	Descortezamiento	Base del fuste
Hongo	Nectriaceae	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Delonix regia</i> ("Ponciana")	Pudrición	Base del fuste
Hongo	Trichosphaeriaceae	<i>Nigrospora sp.</i>	<i>Ficus benjamina</i> ("Ficus")	Pérdida de vigor de copa	Copa

Fuente: Villalobos et al. (2014).

Anexo 3: Plagas y daños en el arbolado urbano

Árbol hospedero	Plaga	Daño
<i>Ficus benjamina</i> ("Ficus")	"Trips" <i>Gynaikothrips ficorum</i> y <i>Gynaikothrips uzeli</i>	Los trips se alimentan de las hojas en expansión, causando manchas color rojo púrpura en el envés de estas. Luego las hojas se enrollan, desarrollando agallas y caen prematuramente.
	"Mosca blanca del ficus" <i>Singhiella simplex</i>	Las hojas comienzan a tornarse amarillas, luego caen del árbol en grandes cantidades. El árbol se vuelve más vulnerable al ataque de otros agentes como el hongo <i>Lasiodiplodia theobromae</i> .
<i>Tecoma stans</i> ("Huaranguay")	"Polilla del tecomá" <i>Erosina hyberniata</i>	Las larvas son muy voraces y se alimentan de las hojas y flores. Si las poblaciones de <i>Erosina hyberniata</i> son muy altas, puede llegar a defoliar por completo un árbol.
<i>Schinus molle</i> ("Molle serrano")	"Silido del molle" <i>Calophya schini</i>	Los daños de esta plaga son mayores cuando las plantas son pequeñas, impidiendo su normal desarrollo. Causa daños en las hojas hasta deformarlas. Cuando la infestación es muy fuerte, las hojas caen prematuramente, sin embargo, no llega a morir el árbol.

Fuente: Machuca (2021).

Anexo 4: Motosierra de mano usada para la poda de copa



Anexo 5: Motoguadaña usada para corte de gras



Anexo 6: Personal obrero durante las obras de trasplante de árboles

