

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“SELECCIÓN Y PRODUCCIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS EN
VIVERO PARA SU USO EN LA CIUDAD DE LIMA
METROPOLITANA”**

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

HUGO EUGENIO CORNEJO SALDARRIAGA

Lima – Perú

2024

SELECCIÓN Y PRODUCCIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS EN VIVERO PARA SU USO EN LA CIUDAD DE LIMA METROPOLITANA

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

dspace.esoch.edu.ec

Fuente de Internet

1%

2

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

3

repositorioacademico.upc.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

4

web.catie.ac.cr

Fuente de Internet

<1%

5

www.disachanka.gob.pe

Fuente de Internet

<1%

6

repositorio.upec.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

7

purl.org

Fuente de Internet

<1%

8

www.ext.msstate.edu

Fuente de Internet

<1%

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

“SELECCIÓN Y PRODUCCIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS EN VIVERO PARA SU USO EN LA CIUDAD DE LIMA METROPOLITANA”

Hugo Eugenio Cornejo Saldarriaga

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

.....
Dr. Juan Waldir Mendoza Cortez

PRESIDENTE

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

ASESOR

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

MIEMBRO

.....
Ing. Mg. Sc. Alfredo Alberto Beyer
Arteaga

MIEMBRO

Lima – Perú

2024

DEDICATORIA

A mis padres Víctor Hugo y Marcela Rocío,
por su amor y apoyo incondicional, que
cultivaron valores en mí e hicieron posible el
lograrme como profesional.

AGRADECIMIENTOS

A mi profesor Ing Juan Carlos Jaulis, por todos los conocimientos que compartió conmigo y que me permitieron encontrar el área a especializarme en la carrera.

A mis hermanos, por apoyarme siempre y estar de mi lado.

A Dios, por todo.

INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN:	1
1.1	Problemática	1
1.2	Objetivos	2
1.2.1	Objetivo principal	2
1.2.2	Objetivos Específicos	2
II.	REVISION DE LITERATURA:	3
2.1	Lima Metropolitana:	3
2.1.1	Ubicación y características climáticas:	3
2.1.2	Población:	3
2.2	Importancia de los árboles en la ciudad:	3
2.3	Consideraciones para realizar arborizaciones en la ciudad:	4
2.4	Viveros forestales:	5
2.4.1	Elección de Plantas Madre	6
2.4.2	Características para la selección de semillas:	6
2.4.3	Propagación en vivero:	7
III.	DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA LABORAL:	9
3.1	Aspectos Generales de la Organización:	9
3.2	Descripción de funciones laborales:	11
3.3	Identificación de puntos críticos en la producción de especies arbóreas:	12
3.3.1	Propagación de especies arbóreas no aptas para arborizaciones en zonas urbanas de lima:	12
3.3.2	Manejo inadecuado de material propagativo seleccionado:	13
3.3.3	Manejo técnico inadecuado en el proceso de propagación y producción de plantines:	13
3.3.4	Manejo técnico inadecuado en las etapas de crecimiento y desarrollo de los árboles dentro del vivero:	14
3.4	Solución a los puntos críticos:	14
3.4.1	Identificación de especies adecuadas para arborizaciones en Lima:	14
3.4.2	Mejoras técnicas en la elección del material propagativo:	38
3.4.3	Mejora de los procesos de propagación de las especies arbóreas:	45
3.4.4	Mejora de las etapas de crecimiento y desarrollo de las especies arbóreas.	50

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
4.1 Resultados.....	57
4.1.1 Identificación de especies adecuadas para arborizaciones en Lima.....	57
4.1.2 Mejoras técnicas en la elección del material propagativo.....	60
4.1.3 Mejora de los procesos de propagación de las especies arbóreas.....	61
4.1.4 Mejora de las etapas de crecimiento y desarrollo de las especies arbóreas.....	67
4.2 Discusiones.....	73
V. CONCLUSIONES	74
VI. RECOMENDACIONES	75
VII. BIBLIOGRAFÍA	76
VII. ANEXOS	79

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Lista de especies producidas en el vivero durante el 2018.....	12
Tabla 2: Niveles de selección para la altura del árbol.....	15
Tabla 3: Niveles de selección para el diámetro de copa.....	15
Tabla 4: Niveles según el hábito de crecimiento.....	16
Tabla 5: Niveles de dificultad en el mantenimiento de árboles.....	17
Tabla 6: Niveles de adaptabilidad de los árboles al ambiente de lima.....	17
Tabla 7: Niveles del valor ornamental de los árboles.....	18
Tabla 8: Niveles del daño a estructuras urbanas.....	19
Tabla 9: Evaluación de las características de las especies producidas en el vivero.....	20
Tabla 10: Cuadro selección de especies aptas para arborizaciones en lima, según los niveles de clasificación.....	33
Tabla 11: Niveles de evaluación para elección de plantas madre.....	39
Tabla 12: Ejemplo de evaluación para la selección de plantas madre.....	40
Tabla 13: Características de frutos listos para ser cosechados.....	41
Tabla 14: Comparación del efecto de la cobertura plástica y la malla antiáfida en la temperatura, la humedad relativa y el porcentaje de germinación al interior del invernadero durante los meses de invierno (junio, julio y agosto).....	45
Tabla 15: Comparación del efecto de la cobertura plástica y la malla antiáfida en la temperatura, humedad relativa y porcentaje de mortandad en el interior del invernadero durante los meses de verano (enero, febrero y marzo).....	46
Tabla 16: Comparación del efecto del tratamiento pre germinativo en el porcentaje de germinación y en el número de días para alcanzar el 50% de germinación.....	47
Tabla 17: Aplicación preventiva contra hongos causantes de pudrición de raíz y chupadera en invernadero y en plantines trasplantados.....	48
Tabla 18: : Aplicación de estimulantes para promover desarrollo de raíces en plantines trasplantados.....	49
Tabla 19: Ingredientes para producir 1m ³ de sustrato en el año 2018.....	50
Tabla 20 Ingredientes para producir 1m ³ de sustrato en el año 2019.....	51
Tabla 21 Fertilizantes utilizados por cada 1m ³ de sustrato año 2019.....	51

Tabla 22: Aplicación foliar de estimulantes para promover el crecimiento de los árboles en producción.....	52
Tabla 23: Aplicaciones quincenales para la prevención del ataque de hongos e insectos en árboles en producción.....	52
Tabla 24: Aplicaciones específicas para plagas eventuales.....	53
Tabla 25: Porcentaje de mortandad de plantas durante el primer mes luego del trasplante.....	54
Tabla 26: Lista de especies seleccionadas para arborizaciones en la ciudad.....	57
Tabla 27: Comparación del porcentaje de germinación de especies arbóreas para los años 2018 y 2019.....	60
Tabla 28: Número de plantines obtenidos por cada 1000 semillas año 2018 (sin aplicaciones preventiva).....	62
Tabla 29: Número de plantines obtenidos por cada 1000 semillas año 2019 (con aplicaciones preventivas).....	63
Tabla 30: Disminución en el número de días para obtener plantines.....	65
Tabla 31: Comparación en número de plantines obtenidos por cada 1000 semillas entre los años 2018 y 2019.....	66
Tabla 32: Comparación del costo de 1m ³ de sustrato entre los años 2018 y 2019.....	67
Tabla 33: Efecto del uso de fertilizantes en el número de días necesarios para la obtención de árboles listos para arborizaciones.....	68
Tabla 34 Efecto del tipo de poda en el diámetro (cm) del tallo de árboles de 1 m de altura.....	72
Tabla 35: Porcentaje de mortandad en campo durante los 3 primeros meses de instalación.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de distribución de galpones y camas de producción del vivero forestal Huáscar.....	10
Figura 2: Foto panorámica de la zona de producción del vivero Huáscar.....	10
Figura 3: Riego por inundación en camas de producción de árboles.....	11
Figura 4: Cama de producción de la especie <i>Tecoma stans</i> afectada por la plaga del ácaro rojo <i>Tetranychus sp</i>	14
Figura 5: Flujo de procesos para el almacenamiento de las semillas colectadas.....	43
Figura 6: Calendario de cosecha de semillas de las especies seleccionadas – Lima Metropolitana.....	44
Figura 7: Aplicación preventiva para el control de plagas y enfermedades.....	53
Figura 8: Personal del vivero realizando el deshierbe en las plantas en crecimiento....	54
Figura 9: Comparación del porcentaje de germinación de especies arbóreas para los años 2018 y 2019.....	61
Figura 10: Comparación del porcentaje de mortandad de plantines en invernadero entre el año 2018 y 2019.....	64
Figura 11: Número de camas atacadas por áfidos en los años 2018 y 2019.....	69
Figura 12: Incidencia del ataque por ácaro rojo expresado en número de camas atacadas para los años 2018 y 2019.....	70
Figura 13: Incidencia del ataque por gusanos comedores de hoja expresado en número de camas atacadas para los años 2018 y 2019.....	70
Figura 14: Incidencia del ataque Oídio expresado en número de camas atacadas para los años 2018 y 2019.....	71

INDICE DE ANEXOS

Anexo 01: Imagen de la evidencia de daño por gusanos comedores de hoja en plantas en crecimiento de la especie <i>Tecoma stans</i>	79
Anexo 02: Imagen de la zona de almacén de herramientas del vivero Huáscar	79
Anexo 03: Imagen de la zona de depósito de insumos orgánicos del vivero Huáscar..	80
Anexo 04: Tabla de comparación entre la Producción mensual de árboles en vivero Huáscar entre los años 2018 y 2019.....	81
Anexo 05: Descripción gráfica de la comparación entre la Producción mensual de árboles en vivero Huáscar entre los años 2018 y 2019	82
Anexo 06: Imagen de informe de producción mensual del vivero Huáscar - abril del 2018.....	83

RESUMEN

El presente trabajo expone la experiencia correspondiente a la conducción de un vivero forestal perteneciente al Servicio de Parques de Lima (SERPAR-LIMA), donde se implementaron técnicas y manejos agronómicos con el objetivo de mejorar la producción de árboles destinados a campañas de arborización en zonas urbanas de la ciudad de Lima.

En tal sentido, se efectuaron mejoras en las siguientes actividades: la selección de especies adecuadas, el sistema de recolección de semillas para la producción de árboles, el mejoramiento de los procesos de propagación del material colectado, implementación de nuevos métodos de control de plagas y enfermedades, e innovaciones en las etapas de crecimiento y desarrollo de los plantones en el vivero.

Como resultado se logró la identificación de 12 especies adecuadas para la producción en vivero con fines de arborización en Lima metropolitana, además se logró mejoras en cuanto al porcentaje de germinación, control de plagas y enfermedades, velocidad de desarrollo de la planta y sobrevivencia en campo.

Palabras clave: Vivero, árboles, propagación, arborización, Lima metropolitana.

ABSTRACT

This paper presents the experience related to the management of a forest nursery belonging to the Parks Service of Lima (SERPAR-LIMA), where agronomic techniques and practices were implemented with the aim of improving the production of trees intended for tree planting campaigns in urban areas of the city of Lima.

In this regard, improvements were made in the following activities: the selection of suitable species, the seed collection system for tree production, the enhancement of propagation processes for the collected material, implementation of new methods for pest and disease control, and innovations in the stages of growth and development of seedlings in the nursery.

As a result, the identification of 12 suitable species for nursery production for afforestation purposes in metropolitan Lima was achieved. Additionally, improvements were made in terms of germination percentage, pest and disease control, plant development speed, and survival in the field.

Keywords: Nursery, trees, propagation, afforestation, Metropolitan Lima.

I. INTRODUCCIÓN

Lima metropolitana, capital del Perú, es la ciudad más grande del país; está compuesta por 43 distritos y alberga más de un 28% del total de la población nacional (SINEACE, 2017). En cuanto al clima se ubica en una zona árida, tan solo precipita 8 mm en forma de lloviznas al año y la temperatura promedio fluctúa entre 13.5 °C como mínimo hasta 26.7°C como máximo. (SENAMHI, 2021)

Durante las últimas décadas se ha observado un incremento de la migración de la población rural a zonas urbanas en el país. La población urbana censada se incrementó en 17,3%, entre 2007 y 2017, esto es, a un promedio de 343 mil 454 personas por año, lo que significa una tasa promedio anual de 1,6% (INEI, 2018).

1.1 Problemática:

El aumento en la población hace necesario un incremento proporcional en las áreas verdes de la ciudad, pues son múltiples los beneficios ambientales que brindan, tales como: La absorción de contaminantes, reducción del ruido del tráfico, barreras cortaviento, refugio de fauna, entre otras (Alvarado, 2014).

- a) **Problema principal:** La insuficiencia de áreas verdes en Lima Metropolitana afecta el bienestar de la población y contribuye a un impacto ambiental negativo, como la falta de absorción de contaminantes y la pérdida de biodiversidad urbana.
- b) **Problema secundario:** La falta de planificación para la elección de especies arbóreas apropiadas en la arborización de la ciudad de Lima puede resultar en problemas de adaptación a las condiciones climáticas locales, daños a la infraestructura urbana y poco éxito en establecimiento de arborizaciones.

Por estos motivos, es necesario contar con una producción de árboles desde vivero, que garantice especies adecuadas para ambientes urbanos, adaptadas al clima de la ciudad y en una cantidad suficiente para satisfacer la demanda generada por el crecimiento urbano.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Principal:

Describir el mejoramiento técnico en la producción de especies arbóreas bajo condiciones de vivero para su uso en arborizaciones en la ciudad de Lima.

1.2.2 Objetivos Específicos:

- Identificar las especies adecuadas para ser utilizadas en un plan de arborizaciones en la ciudad de Lima.
- Describir la mejora realizada en la etapa de selección del material propagativo de las especies arbóreas seleccionadas.
- Describir la mejora planteada durante la etapa de propagación de las especies arbóreas seleccionadas.
- Describir la mejora realizada en la etapa de crecimiento y desarrollo de las especies arbóreas seleccionadas.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Lima metropolitana:

2.1.1 Ubicación y características climáticas:

Lima Metropolitana es la capital del Perú, ubicada en la región costa en la parte central. “Limita al oeste con la provincia constitucional del Callao y el Océano Pacífico, al norte con la provincia de Huaral, al este con la provincia de Canta y provincia de Huarochirí, al sur con la provincia de Cañete” (SINEACE, 2017). “Actualmente el clima de la región de Lima Metropolitana y el Callao se caracteriza por temperaturas medias anuales suaves, entre 18 °C y 20 °C, y una precipitación total anual inferior a 20 mm, es un clima templado-árido (Villacorta, Núñez, Tatar, Pari, & Fídel, 2015).

2.1.2 Población:

Según las proyecciones poblacionales del INEI al 2019, Lima albergaba una población de 10'453,874 habitantes, lo que representa el 31.4% de la población nacional (Dirección General Parlamentaria, 2019).

2.2 Importancia de los árboles en la ciudad:

La función de los espacios verdes como soluciones para la salud urbana

Los parques, los espacios verdes y los cursos de agua son importantes espacios públicos en la mayoría de las ciudades. Ofrecen soluciones a la repercusión de la urbanización rápida y poco sostenible en la salud y el bienestar. Los beneficios sociales y económicos de los espacios verdes urbanos son igualmente importantes, y deben estudiarse en el contexto de cuestiones de interés mundial como el cambio climático. (Röbbel, s.f.)

Es importante señalar el valor que tienen los árboles como servidores ecosistémicos en la ciudad:

Para la ciudad y los urbanistas, el árbol tiene un valor muy especial pues en torno a ellos se puede fomentar el desarrollo de múltiples actividades vitales, mediante la creación de corredores de biodiversidad, cortinas rompevientos, áreas de recreo y esparcimiento, así como otras funciones con gran impacto positivo en el entorno (SERPAR-LIMA, 2012).

Además de ello, es importante recordar que: “El desafío de toda ciudad es lograr la adecuada convivencia entre el desarrollo urbano y la naturaleza. Ello implica planificar el crecimiento de las urbes de tal modo que las especies vegetales cuenten con el espacio adecuado” (Alvarado, Guajardo, & Devia, 2014).

Por último, podemos mencionar el principal aporte que otorgan los árboles:

“Su principal aporte se puede medir por su valor ecológico, ya que regulan nuestro clima y absorben el dióxido de carbono para convertirlo en oxígeno. Además, funcionan como una esponja de agua y sirven para contener el recurso hídrico en cochas o en riberas, así como la nieve en las montañas. Muchos de los deslizamientos, huaicos e inundaciones se deben a que estas áreas han sido deforestadas. Los árboles nos protegen y mantienen el equilibrio del medio ambiente y atender contra ellos es atender contra nuestro bienestar y el de muchas otras especies”. (SERPAR-LIMA, 2012)

2.3 Consideraciones para realizar arborizaciones en la ciudad:

Una de las principales consideraciones para tener en cuenta para la realización de arborizaciones en la ciudad es la elección de especies adecuadas, sobre ello es importante conocer que:

“La clave que determina el éxito que pueda tener un árbol en la plantación y posterior establecimiento es una buena selección de este mismo. Toda buena selección debe considerar al menos tres grandes variables. La primera variable es la determinación del por qué se está plantando el árbol, lo que apunta a cuál es el objetivo de la plantación. El objetivo puede ser sólo uno o múltiple, y esto nos empieza a dar los primeros lineamientos de una buena selección. La segunda variable hace referencia al sitio de plantación, a cuáles son las características del lugar de plantación, ya sea suelo, disponibilidad de agua, clima, presencia de cables u otros objetos de un ecosistema urbano, normativa, etc. Mientras la tercera variable hace referencia a la planta y sus características y requerimientos; qué condiciones poseen las plantas que dispongo o debería seleccionar.” (Alvarado, Guajardo, & Devia, 2014)

2.4 Viveros forestales:

Los viveros forestales constituyen el primer paso en cualquier programa de repoblación forestal. Se definen como sitios destinados a la producción de plantas forestales, donde se les proporciona todos los cuidados requeridos hasta ser trasladadas al terreno definitivo. (Jimenez Periz, 1993). Además de ello, es preciso mencionar que:

“El vivero forestal es el lugar destinado a la reproducción de árboles con diversos fines. Su misión es obtener plantas de calidad, que garanticen una buena supervivencia y crecimiento en el lugar donde se establezcan en forma definitiva. El buen crecimiento de los plantines se logra únicamente si se ha seguido una metodología adecuada de producción, desde la siembra hasta la etapa de postcosecha. Para ello se requiere que las personas encargadas de esta actividad estén capacitadas para aplicar las técnicas más apropiadas”. (Buamscha et al, 2012)

2.4.1 Elección de Plantas Madre

Sobre la elección de plantas madre es importante mencionar que:

“al recolectar las semillas de la especie a propagar, deben marcarse y seleccionar fenotipos con características sobresalientes y similares para asegurar la buena calidad de las especies. Dentro de los lineamientos para la obtención de semillas de árboles madre tenemos los siguientes criterios: Seleccionar árboles sanos y vigorosos, creciendo conforme al promedio; seleccionar árboles maduros, pero no demasiado viejos, dado que sus semillas pueden ser poco viables; evitar árboles aislados, dado que se pueden autopolinizar y suelen producir poca semilla con escasa viabilidad; evitar la recolección en rodales que contengan numerosos árboles de porte deficiente, excesivamente ramosos, pálidos, anormales o enfermos y Seleccionar entre 25 y 30 árboles en promedio.” (Del Amo, Vergara, Ramos, & Sainz, 2002)

2.4.2 Características para la selección de semillas

Sobre la obtención de la semilla:

“La calidad de la semilla implica el conocimiento preciso de las fuentes parentales, y el conocimiento de las características de las especies. Para asegurar la calidad de la producción es necesario coleccionar de varios árboles, la obtención de semilla de un solo individuo resulta en una sobrevivencia baja y/o árboles de mala calidad. La semilla se colecta de frutos maduros de 15 a 25 árboles separados 100m entre ellos.” (Del Amo, Vergara, Ramos, & Sainz, 2002)

Sobre la planeación en la recolección de semillas: “Uno de los pre-requisitos para una planeación real, es tener suficiente información disponible. El abastecimiento de semillas debe estar basado en el cálculo de la demanda anual de semillas y de las posibilidades de almacenarlas durante varias épocas del año.” (Oliva, Vacalla, Deidi, & Tucto, 2014).

2.4.3 Propagación en vivero:

a. Germinación de Semillas:

“La germinación de las semillas comprende tres etapas: 1) la absorción de agua por imbibición, causando su hinchamiento y la ruptura final de la testa, 2) inicio de la actividad enzimática y del metabolismo respiratorio, translocación y asimilación de reservas alimentarias en zonas en desarrollo del embrión y 3) el crecimiento y la división celular que provoca la emergencia de la radícula y posteriormente de la plántula. En la mayoría de las semillas, el agua penetra inicialmente por el micrópilo y la primera manifestación de la germinación exitosa es la emergencia de la radícula.” (Del Amo, Vergara, Ramos, & Sainz, 2002)

b. Sustratos:

El medio de crecimiento tiene como función proporcionar a las plantas agua, aire, nutrientes minerales y soporte físico durante su permanencia en el vivero. (Buamscha et al, 2012). Además de ello, “una buena mezcla de sustratos permite obtener un material vegetativo sano y vigoroso, con las características deseables para un buen desarrollo vegetativo a nivel de plantación” (Garbanzo & Coto, 2017).

c. Fertilización

Las técnicas de fertilización de sustrato y de aplicación directa a la planta son muy importantes en la obtención de plantas de vivero de buena calidad. Sobre ello es conveniente mencionar:

“La fertilización al sustrato de viveros frutales, se debe realizar por medio de programas de fertilización que favorezcan la nutrición de las plantas, garantizando con ello un buen crecimiento de los diferentes órganos. Para el crecimiento radicular, incluir fertilizantes fosforados. Para ayudar a engrosar el tallo, mejorar la eficiencia del riego y resistir algunas enfermedades, se deben usar fuentes potásicas. Para lograr buena altura de planta y buen desarrollo del follaje, incluir fuentes nitrogenadas. Para lograr un aprovisionamiento de elementos menores, incluir la aplicación de materia orgánica, esta ayudará también a mejorar la disponibilidad y absorción de los otros nutrientes, así sucesivamente se puede ir detallando el resto elementos necesarios.” (Napoleón & Cruz, 2005)

d. Control de plagas en el vivero:

Sobre el control de plagas es importante mencionar que:

“El combate de las plagas se debe realizar en forma racional para evitar toxicidad en las plantas e incrementos desmesurados en los costos. Se recomienda realizar el combate de plagas en forma preventiva, mediante un programa fitosanitario que disminuya el apareamiento del problema patológico y reduzca considerablemente los perjuicios económicos.” (Napoleón & Cruz, 2005)

III. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA LABORAL

3.1 Aspectos generales de la organización:

“SERPAR Lima es un organismo descentralizado de la Municipalidad Metropolitana de Lima, que tiene como misión la promoción, organización, administración, desarrollo y mantenimiento de los parques metropolitanos, zonales, zoológicos y botánicos de la provincia de Lima.” (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2019).

Además de ello, “SERPAR Lima se encarga de la ejecución del programa de arborización de Lima metropolitana, el cual tiene como objetivo general la mejora medioambiental de la ciudad mediante plantaciones de árboles, así como la promoción y conservación de las plantaciones establecidas”. (SERPAR Lima, 2019)

El presente trabajo de suficiencia profesional se desarrolla en el vivero forestal Huáscar perteneciente al SERPAR Lima, ubicado en el parque zonal Huáscar, distrito de Villa el Salvador en la ciudad de Lima, Perú.

Descripción del vivero:

El vivero se conforma por las siguientes zonas: Oficina, almacén de insumos, zona de descarga de sustratos, invernadero, zona producción constituida por un total de 32 galpones y cada galpón está dividido en 12 camas. Cada cama tiene una dimensión de 1.00 m de ancho x 10 m de largo x 0.25 m de profundidad y en ellas entran 810 bolsas de vivero. La base de las camas estaba compuesta por una capa de tierra de chacra de 0.30 m de profundidad.

Para las labores de propagación se contaba con un invernadero techado y cubierto con malla antiáfida en las paredes y techo; este contaba con ocho camas de germinación de 1 m de ancho por 10 m de largo y 0.20 m de profundidad, que era rellenado con un sustrato formulado para la germinación, compuesto por arena de río, musgo *Distichia muscoides* y humus de lombriz.

La distribución de camas y galpones se puede apreciar en la Figura 1; y en la Figura 2 se puede apreciar una foto panorámica de las camas de producción de árboles.

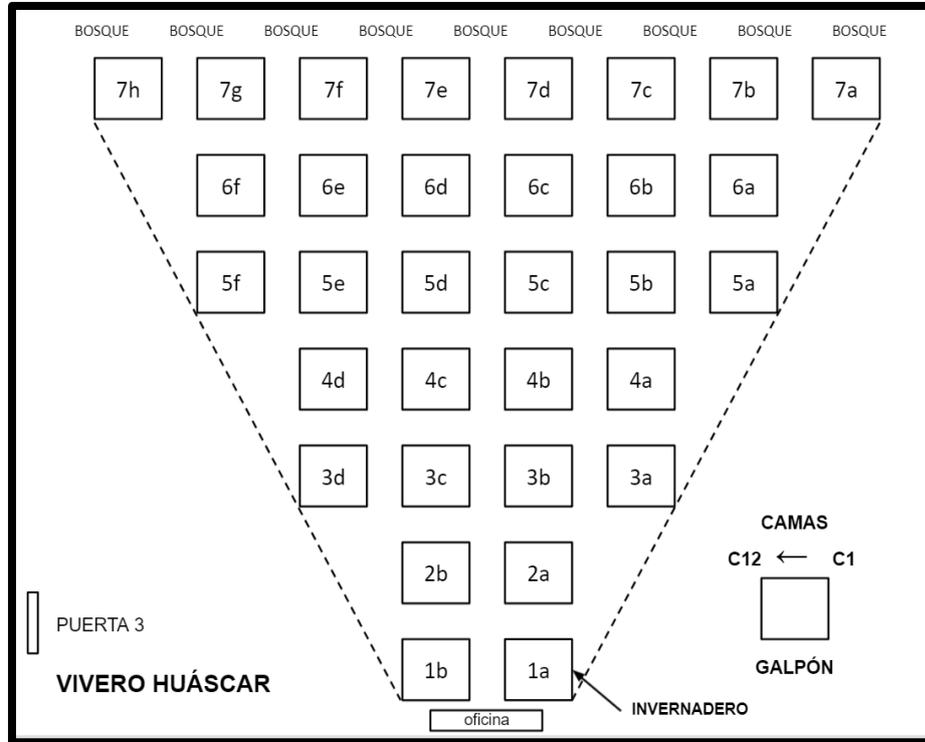


Figura 1: Diagrama de distribución de galpones y camas de producción del vivero forestal Huáscar



Figura 2: Foto panorámica de la zona de producción del vivero Huáscar

Para el riego se contó con tanques o reservorios que son llenados con agua proveniente de una planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada en el mismo parque; luego, el agua era distribuida hacia las camas de producción propulsada por motobomba y llevada en mangueras de 2". El tipo de riego era de inundación como se puede observar en la Figura 3.



Figura 3: Riego por inundación en camas de producción de árboles

Condiciones climáticas: El comportamiento de la temperatura promedio se dio en el rango que va desde los 15°C (julio) a 23°C (febrero) y el porcentaje de saturación de humedad del aire se ubica en los rangos entre el 80 al 100%. La precipitación media anual es de 25mm. (Municipalidad distrital de Villa el Salvador, 2019).

3.2 Descripción de funciones laborales:

El SERPAR Lima para cumplir con los objetivos del programa de arborización, designó a mi persona como responsable de la coordinación de los viveros, donde cumplí las siguientes funciones: elaborar el plan de requerimientos de insumos de producción, elección de las especies a propagar, gestionar los recursos utilizados en la producción, capacitar al personal en labores de propagación en vivero, implementar el sistema de control de producción, realizar inventarios de especies en el vivero, recomendar las aplicaciones necesarias tanto en fertilización como en control de plagas y programar las labores del personal del vivero.

3.3 Identificación de puntos críticos en la producción de especies arbóreas:

Como primer paso para el mejoramiento de la producción de árboles en vivero se identificó cuáles eran los puntos críticos por mejorar:

3.3.1 Propagación de especies arbóreas no aptas para arborizaciones en zonas urbanas de Lima.

Se identificaron algunas especies arbóreas que se producían en el vivero las cuales no eran aptas para ser utilizadas en un programa de arborización para la zona urbana de Lima. Dichas especies no eran adecuadas ya sea por su tamaño, por su falta de adaptabilidad al clima y suelo de la ciudad, por presentar dificultad para su mantenimiento o por representar peligro para las estructuras urbanas. La lista total de especies producidas son 28, los cuales se encuentran descritos en la Tabla 1.

Tabla 1: Lista de especies producidas en el vivero durante el 2018

N°	Nombre Común	Nombre Científico
1	Calistemo	<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis)
2	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.
3	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.
4	Cedro rosado	<i>Cedrela acrocarpus</i> Wight et Arm.
5	Ceibo	<i>Ceiba speciosa</i> A. St.-Hil.
6	Eucalipto costeño	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.
7	Ficus	<i>Ficus benjamina</i> L.
8	Fresno	<i>Fraxinus americana</i> L.
9	Grevillea	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn.
10	Huarango	<i>Prosopis pallida</i> Humb. & Bonpl.
11	Jacarandá	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don
12	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.
13	Meijo	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.
14	Melia	<i>Melia azedarach</i>
15	Mimosa	<i>Mimosa longifolia</i> Andrews.
16	Molle serrano	<i>Schinus molle</i> L.

N°	Nombre Común	Nombre Científico
17	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius Raddi.</i>
18	Palo verde	<i>Parkinsonia aculeata L.</i>
19	Papelillo	<i>Koelreuteria paniculata Laxm.</i>
20	Ponciano	<i>Delonix regia</i>
21	Tara	<i>Caesalpinia spinosa (Mol.) O. Kuntze.</i>
22	Tecoma	<i>Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth</i>
23	Tipa	<i>Tipuana tipu (Benth.) O. Kuntze</i>
24	Tulipán africano	<i>Spathodea campanulata</i>

3.3.2 Manejo inadecuado de material propagativo seleccionado.

Se identificaron la falta de criterios en la selección de árboles que eran utilizados como plantas madre; así como, la ausencia de un calendario de cosecha. La falta de este criterio tenía un efecto negativo en la semilla colectada, dando como resultado un bajo porcentaje de germinación según la especie (desde un mínimo de 40% hasta un máximo de 85% de germinación, ver tabla 18). Así mismo, no se contaba con criterios establecidos para la selección de semilla y su manejo post cosecha.

3.3.3 Manejo técnico inadecuado en el proceso de propagación y producción de plantines.

Se identificaron procedimientos inadecuados en el manejo técnico de la germinación y obtención de plantines. Dentro de ello, se detectaron deficiencias en la implementación de tratamientos pregerminativos, el programa preventivo de control de plagas y en el momento de trasplante.

3.3.4 Manejo técnico inadecuado en las etapas de crecimiento y desarrollo de los árboles dentro del vivero.

Se observaron deficiencias en: El control de plagas y enfermedades, la fertilización y estimulación del crecimiento, el momento del trasplante, la poda de formación, la clasificación de plantas, el deshierbo y el despacho de árboles con características adecuadas. En la Figura 4 se grafica el daño causado por la deficiencia en el control de plagas y enfermedades.



Figura 4: Cama de producción de la especie *Tecoma stans* afectada por la plaga del ácaro rojo *Tetranychus sp*

3.4 Solución a los puntos críticos:

En relación con los puntos críticos identificados, se plantearon las siguientes mejoras en el manejo técnico:

3.4.1 Identificación de especies adecuadas para arborizaciones en Lima:

Se procedió a seleccionar de toda la lista de especies producidas en el vivero, aquellas que se adecuaron a las condiciones de Lima. Para la selección de los árboles se identificaron los siguientes criterios:

- **Altura final del árbol y diámetro promedio de copa:** Se realizó una clasificación por niveles según la altura del árbol (Tabla 2) y el diámetro de copa (Tabla 3).

Tabla 2: Niveles de selección para la altura del árbol

Altura del árbol	Nivel	Descripción
Árboles menores a 6m de altura	1	Los árboles con altura menor a 6 m son más fáciles de ubicar en ambientes urbanos
Árboles con altura de 6 a 15 metros	2	Los árboles con altura menor a 15 metros pueden ser ubicados en ambientes urbanos, pero deben de elegirse lugares amplios y distantes a las edificaciones.
Árboles de una altura mayor a 15 metros	3	Los árboles con una altura mayor a 15 metros son más difíciles de ubicar en un ambiente como la ciudad de Lima

Tabla 3: Niveles de selección para el diámetro de copa

Diámetro de copa del árbol	Nivel	Descripción
Árboles con diámetro de copa menor a 4 m.	1	Los árboles con diámetro de copa menor a 4 m son más fáciles de ubicar en ambientes urbanos
Árboles con diámetro de copa mayor a 4 m y menor a 10 m.	2	Los árboles con diámetro de copa mayor a 4 m. pero menor a 10 m. pueden ser ubicados en zonas urbanas, pero deben de elegirse lugares amplios y distantes a las edificaciones.
Árboles con diámetro de copa mayor a 10 m.	3	Los árboles con un diámetro de copa mayor a 10 metros tienen una mayor probabilidad de invadir zonas aledañas y causar problemas a estructuras urbanas.

- **Hábito de desarrollo:** Se estableció la clasificación por niveles en cuanto al hábito de desarrollo de los árboles, tal como se observa en la Tabla 4. El objetivo fue identificar si el árbol era de hábito caducifolio o perenne; lo cual, nos sirvió para determinar la ubicación en la que podría instalarse dentro de la ciudad. Los árboles de hábito caducifolio al ser ubicados en las calles o frontis de las casas tienen mayores beneficios ecológicos frente a los árboles de follaje perenne; ya que, proporcionan sombra en la época de mayor intensidad solar (primavera-verano), permiten una mayor entrada de luz por las ventanas durante los meses de menor brillo (otoño-invierno) y necesitan menos trabajos de mantenimiento en lo referente a podas y riego.

Tabla 4: Niveles según el hábito de crecimiento

Hábito de desarrollo	Nivel	Descripción
Caducifolio	1	Se da preferencia a los árboles de hábito caducifolio pues brindan mayores beneficios ecológicos en comparación con los perennifolios.
Perennifolio	2	

- **Nivel de dificultad del mantenimiento:** Una de las labores primordiales para el éxito del cultivo es realizar las labores de mantenimiento en los momentos oportunos y de manera adecuada. Por ello, es importante que los árboles a plantar sean fáciles de mantener; para lo cual, se crearon tres niveles para catalogar la dificultad del mantenimiento según las especies que se producían en el vivero, tal como se puede observar en la tabla 5. Este parámetro nos ayudó a realizar la selección correcta de las especies que se trabajaron en la producción del vivero.

Tabla 5: Niveles de dificultad en el mantenimiento de árboles

Dificultad en el mantenimiento	Nivel	Descripción
No representa mayor dificultad para su mantenimiento	1	Árbol de tamaño pequeño a mediano (< a 10m.), no posee estructuras que dificulten los trabajos en él.
Presenta una dificultad moderada para su mantenimiento	2	Árbol de tamaño mediano a grande (10-20 m.) o con presencia de estructuras como espinas o raíces adventicias o con caída excesiva de hojas y flores.
Presenta una dificultad alta para su mantenimiento	3	Árboles de gran tamaño (< a 20m.), con problemas de caída de ramas o frutos, con presencia de estructuras que dificulten el mantenimiento como espinas o raíces adventicias.

- **Adaptabilidad al clima de la ciudad de Lima:** Se establecieron niveles para la selección de especies que se caractericen por ser de bajo requerimiento hídrico, adaptadas a suelos sueltos de baja fertilidad y poco profundos; así mismo, tolerantes al ataque de plagas y enfermedades. La clasificación se describe en la Tabla 6.

Tabla 6: Niveles de adaptabilidad de los árboles al ambiente de lima

Adaptación a las condiciones de Lima	Nivel	Descripción
Adaptado	1	El árbol se desarrolla bien en suelos sueltos, poco fértiles y profundos, tiene bajo requerimiento hídrico y tolerantes al ataque de plagas y enfermedades
Tolerante	2	Árboles tienen una tolerancia media a los suelos sueltos, poco fértiles y profundos y un consumo moderado de agua.
No adaptado	3	Árboles no están adaptados a suelos sueltos o poco fértiles, de alto consumo de agua y/o muy sensibles al ataque de plagas.

- **Valor Ornamental:** Se identificaron los niveles de valor ornamental de acuerdo con si poseían alguna estructura atractiva ya sea por color o forma o si carecían de ellas. Es importante determinar el valor ornamental debido a los beneficios que genera en cuanto a la calidad visual del ambiente y el valor del predio. Los niveles identificados se describen a continuación en la Tabla 7.

Tabla 7: Niveles del valor ornamental de los árboles

Valor Ornamental del árbol	Nivel	Descripción
Con atractivo ornamental	1	El árbol posee hojas, flores o frutos que por su forma o color son de atractivo ornamental.
Sin atractivo ornamental	2	Árbol no presenta mayor atractivo en cuanto a flores, frutos o forma o color de las hojas.

- **Daños a las estructuras urbanas:** Se identificaron niveles de daños a las estructuras urbanas con el fin de seleccionar especies cuyas raíces no causen daño a las pistas, veredas, tuberías o alguna de las otras estructuras que se pueden encontrar en el suelo de la ciudad. Los niveles establecidos fueron los que se describen en la Tabla 8.

Tabla 8: Niveles del daño a estructuras urbanas

Valor ornamental del árbol	Nivel	Descripción
No representa daño a estructuras urbanas	1	Árbol no causa daños a pistas, veredas o tuberías de agua.
Se debe tener cuidado en la ubicación del árbol	2	Árbol debe ser ubicado en áreas verdes extensas por representar un peligro moderado en cuanto al daño a estructuras urbanas
Árbol no apto para desarrollarse en ambientes urbanos	3	Árbol con raíces tipo tablar o muy agresivas y que suelen causar daños en pistas, calzadas o tuberías aún a grandes distancias.

Una vez establecidos los criterios de selección se procedió a evaluar cada uno de ellos para las especies de árboles producidas en el vivero, lo cual se detalla en la Tabla 9.

Tabla 9: Evaluación de las características de las especies producidas en el vivero

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Altura máxima (m)	Diámetro de copa (m)	Hábito de desarrollo	Nivel de Dificultad en el mantenimiento	Adaptación al clima de Lima	Atributos ornamentales	Daño a estructuras urbanas
1	Callistemon	<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis)	4-6	3-4	Siempre verde	No presenta mayor dificultad para su mantenimiento.	Tolerante a sequías y se desarrolla bien en terrenos sueltos	Floración color rojo persistente a lo largo del año	No representa peligro a estructuras urbanas
2	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	20-30	3-5	Siempre verde	La forma piramidal de la copa y la altura que alcanza el árbol dificulta la poda	Moderadamente tolerante a sequías y se desarrolla bien en terrenos sueltos	No posee hojas ni flores llamativas.	Por la altura no es recomendable plantarlo en calles o retiros municipales sólo en parques o áreas verdes extensas.

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Altura máxima (m)	Diámetro de copa (m)	Hábito de desarrollo	Nivel de Dificultad en el mantenimiento	Adaptación al clima de Lima	Atributos ornamentales	Daño a estructuras urbanas
3	Cedro	<i>Cedrela odorata L.</i>	20-30	10-14	Caducifolio	Por la altura que alcanza el árbol se requiere de mayor trabajo para su mantenimiento	No es tolerante a sequías, tiene un consumo moderado de agua	Posee un tamaño imponente cuando el árbol es adulto.	Por la altura no es recomendable plantarlo en calles o retiros municipales sólo en parques o áreas verdes extensas.
4	Cedro rosado	<i>Cedrela spp./ Acrocarpus Wight et Arn.</i>	20-30	4-6	Siempre verde	Por la altura que alcanza el árbol se requiere de mayor trabajo para su mantenimiento	No es tolerante a sequías, tiene un consumo moderado de agua	No posee hojas ni flores llamativas.	Por el tamaño que alcanza solo es recomendable para parques o áreas verdes grandes, donde las ramas y copa del árbol no dañen cables o alumbrado.

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Altura máxima (m)	Diámetro de copa (m)	Hábito de desarrollo	Nivel de Dificultad en el mantenimiento	Adaptación al clima de Lima	Atributos ornamentales	Daño a estructuras urbanas
5	Ceibo	<i>Ceiba speciosa</i> A. St.-Hil.	15-30	8-12	Caducifolio	Por la altura que alcanza el árbol se requiere de mayor trabajo para su mantenimiento	Árbol tolerante a sequías y a suelos sueltos.	Posee una intensa floración color rosada durante los meses de primavera-verano	Por la altura no es recomendable plantarlo en calles o retiros municipales sólo en parques o áreas verdes extensas.

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Altura máxima (m)	Diámetro de copa (m)	Hábito de desarrollo	Nivel de Dificultad en el mantenimiento	Adaptación al clima de Lima	Atributos ornamentales	Daño a estructuras urbanas
6	Eucalipto costeño	<i>Eucaliptos globulus Labill.</i>	20-30	4-6	Siempre verde	Por la altura que alcanza el árbol se requiere de mayor trabajo para su mantenimiento	Moderadamente tolerante a sequías y se desarrolla bien en terrenos sueltos. Necesita suelos profundos.	No posee hojas ni flores llamativas.	Las raíces del árbol son muy agresivas, sufre de poda natural y el tamaño que alcanza no es adecuado para una zona urbana

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Altura máxima (m)	Diámetro de copa (m)	Hábito de desarrollo	Nivel de Dificultad en el mantenimiento	Adaptación al clima de Lima	Atributos ornamentales	Daño a estructuras urbanas
7	Ficus	<i>Ficus sp/ benjamina L.</i>	20-30	8-12	Siempre verde	Por la altura que alcanza el árbol se requiere de mayor trabajo para su mantenimiento	Árbol originario de zonas tropicales, necesita requiere un alto consumo de agua para un correcto desarrollo	No posee hojas ni flores llamativas.	Las raíces del árbol son muy agresivas y el tamaño que alcanza no es adecuado para una zona urbana
8	Fresno	<i>Fraxinus americana L.</i>	15-20	6-8	Caducifolio	Por la altura que alcanza el árbol se requiere de mayor trabajo para su mantenimiento	Consumo moderado de agua, es tolerante a suelos sueltos y poco fértiles	No posee hojas ni flores llamativas.	Por la altura no es recomendable plantarlo en calles o retiros municipales sólo en parques o áreas verdes extensas.

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Altura máxima (m)	Diámetro de copa (m)	Hábito de desarrollo	Nivel de Dificultad en el mantenimiento	Adaptación al clima de Lima	Atributos ornamentales	Daño a estructuras urbanas
9	Grevilea	<i>Grevillea robusta A. Cunn.</i>	15-25	4-8	Caducifolio	Por la altura que alcanza el árbol se requiere de mayor trabajo para su mantenimiento	Consumo moderado de agua, es tolerante a suelos sueltos y poco fértiles	No posee hojas ni flores llamativas.	Por la altura no es recomendable plantarlo en calles o retiros municipales sólo en parques o áreas verdes extensas.
10	Huarango	<i>Prosopis pallida Humb. & Bonpl.</i>	10-15	4-6	Semi caducifolio	Las espinas que presenta el árbol dificultan el mantenimiento.	Tolerante a sequías y se desarrolla bien en terrenos sueltos	Flores color amarillo, muy pequeñas, presentes durante la primavera - verano	Debido a las espinas que presenta el árbol es peligroso en zonas urbanas y de recreo.

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Altura máxima (m)	Diámetro de copa (m)	Hábito de desarrollo	Nivel de Dificultad en el mantenimiento	Adaptación al clima de Lima	Atributos ornamentales	Daño a estructuras urbanas
11	Jacarandá	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	15-20	4-8	Caducifolio	No presenta mayor dificultad para su mantenimiento.	Consumo bajo de agua, tolerante a suelos sueltos y de baja fertilidad	Floración de color morada en los meses de primavera.	Por la altura no es recomendable plantarlo en calles o retiros municipales sólo en parques o áreas verdes extensas.
12	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	3-6	2-4	Siempre verde	No presenta mayor dificultad para su mantenimiento.	Consumo bajo de agua, tolerante a suelos sueltos y de baja fertilidad	Presenta flores de color blanco muy pequeñas y de corta duración.	No representa peligro a estructuras urbanas

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Altura máxima (m)	Diámetro de copa (m)	Hábito de desarrollo	Nivel de Dificultad en el mantenimiento	Adaptación al clima de Lima	Atributos ornamentales	Daño a estructuras urbanas
13	Meijo	<i>Hibiscus tiliaceus L.</i>	5-10	3-6	Siempre verde	No presenta mayor dificultad para su mantenimiento.	Consumo moderado de agua, tolerante a suelos sueltos, a salinidad moderada y a baja fertilidad.	Floración con tonalidades de amarillo, naranja y rojo persistente casi todo el año.	No representa peligro a estructuras urbanas
14	Melia	<i>Melia azedarach</i>	15-20	4-6	Caducifolio a semi caducifolio	Debido a la naturaleza de la madera y los frutos sufre de constante caída de ramas lo cual hace más trabajoso su mantenimiento	Consumo moderado de agua, tolerante a suelos sueltos y de baja fertilidad	Floración de color lila durante los meses de primavera-verano.	Debido a la caída constante de ramas no es seguro ubicarla en zonas urbanas.
15	Mimosa	<i>Mimosa longifolia Andrews.</i>	8-12	4-6	Siempre verde	No presenta mayor dificultad para su mantenimiento.	Consumo bajo de agua, tolerante a suelos sueltos y de baja fertilidad	Floración de color amarillo durante los meses de primavera	No representa peligro a estructuras urbanas

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Altura máxima (m)	Diámetro de copa (m)	Hábito de desarrollo	Nivel de Dificultad en el mantenimiento	Adaptación al clima de Lima	Atributos ornamentales	Daño a estructuras urbanas
16	Molle Serrano	<i>Schinus molle L.</i>	4-12	2-6	Siempre verde	No presenta mayor dificultad para su mantenimiento.	Consumo bajo de agua, tolerante a suelos sueltos y de baja fertilidad	Copa colgante persistente todo el año y frutos color rojo claro en los meses de otoño.	No representa peligro a estructuras urbanas
17	Molle Costeño	<i>Schinus terebinthifolius Raddi.</i>	6-10	4-6	Siempre verde	No presenta mayor dificultad para su mantenimiento.	Consumo bajo de agua, tolerante a suelos sueltos y de baja fertilidad	Frutos color rojo vivo, presentes en los meses de verano y otoño	No representa peligro a estructuras urbanas

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Altura máxima (m)	Diámetro de copa (m)	Hábito de desarrollo	Nivel de Dificultad en el mantenimiento	Adaptación al clima de Lima	Atributos ornamentales	Daño a estructuras urbanas
18	Palo verde	<i>Parkinsonia aculeata L.</i>	6-10	3	Caducifolio	No presenta mayor dificultad para su mantenimiento.	Consumo muy bajo de agua, adaptado a suelos sueltos y de baja fertilidad	Floración de color amarillo durante los meses de primavera-verano.	No representa peligro a estructuras urbanas
19	Papelillo	<i>Koelreuteria paniculata Laxm.</i>	3-6	2-4	Caducifolio	No presenta mayor dificultad para su mantenimiento.	Consumo bajo de agua, tolerante a suelos sueltos y de baja fertilidad	Floración de color amarillo durante los meses de primavera y frutos de color rosado durante los meses de verano.	No representa peligro a estructuras urbanas

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Altura máxima (m)	Diámetro de copa (m)	Hábito de desarrollo	Nivel de Dificultad en el mantenimiento	Adaptación al clima de Lima	Atributos ornamentales	Daño a estructuras urbanas
20	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	8-12	6-8	Caducifolio	Debido al gran número de hojas que pierde genera muchos residuos y aumenta las labores de mantenimiento.	Moderadamente tolerante a sequías y se desarrolla bien en terrenos sueltos	Floración de color naranja durante los meses de verano	Las raíces tablares que desarrolla el árbol pueden dañar calzadas y otras estructuras urbanas por lo que no es conveniente ubicarlo en callas o avenidas, solamente en parques grandes
21	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol.) O. Kuntz.	3-4	2-3	Siempre verde	No presenta mayor dificultad para su mantenimiento.	Consumo muy bajo de agua, adaptado suelos sueltos y de baja fertilidad	Floración de color amarillo durante los meses de otoño	No representa peligro a estructuras urbanas

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Altura máxima (m)	Diámetro de copa (m)	Hábito de desarrollo	Nivel de Dificultad en el mantenimiento	Adaptación al clima de Lima	Atributos ornamentales	Daño a estructuras urbanas
22	Tecoma	<i>Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth</i>	6-10	3-5	Siempre verde	No presenta mayor dificultad para su mantenimiento.	Consumo bajo de agua, tolerante a suelos sueltos y de baja fertilidad	Floración de color amarillo en los meses de primavera y otoño	No representa peligro a estructuras urbanas
23	Tipa	<i>Tipuana tipu (Benth.) O. Kuntz.</i>	15-20	6-8	Caducifolio	No presenta mayor dificultad para su mantenimiento.	Consumo moderado de agua, tolerante a suelos sueltos y de baja fertilidad	Floración de color amarilla durante los meses de primavera-verano.	Por la altura y el desarrollo de raíces, no es recomendable plantarlo en calles o retiros municipales sólo en parques o áreas verdes extensas.
24	Tulipán africano	<i>Spathodea campanulata</i>	15-20	6-8	Caducifolio	Caída constante de flores y de hojas.	Moderadamente tolerante a sequías y se desarrolla bien en terrenos sueltos	Floración de color naranja mayormente en la época de primavera - verano.	Raíces pueden causar daños a pistas, veredas y tuberías.

Luego de describir las características de los árboles para cada uno de los criterios establecidos se procedió a identificar los niveles de clasificación. Los árboles adecuados para las arborizaciones debían tener un valor total de la suma de características menor o igual a 12. Los árboles con una suma de características mayor a 12 fueron considerados no adecuados para arborizaciones en la ciudad de Lima. Los resultados de la selección se presentan a continuación en la Tabla 10.

Tabla 10: Cuadro selección de especies aptas para arborizaciones en lima, según los niveles de clasificación

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Altura máxima	Amplitud de copa	Tipo de copa	Dificultad en el mantenimiento	Adaptación al clima de Lima	Atributos ornamentales	Daño a estructuras urbanas	Suma de características	Es adecuado para arborizaciones en zonas urbanas
1	Callistemon	<i>Callistemon citrinus (Curtis)</i>	1	1	2	1	1	1	1	8	Sí
2	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia L.</i>	3	1	2	2	2	2	3	15	No
3	Cedro	<i>Cedrela odorata L.</i>	3	3	1	3	3	1	3	17	No
4	Cedro rosado	<i>Cedrela spp./ Acrocarpus Wight et Arn.</i>	3	2	2	3	3	2	3	18	No

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Altura máxima	Amplitud de copa	Tipo de copa	Dificultad en el mantenimiento	Adaptación al clima de Lima	Atributos ornamentales	Daño a estructuras urbanas	Suma de características	Es adecuado para arborizaciones en zonas urbanas
5	Ceibo	<i>Ceiba speciosa</i> A. St.-Hil.	3	3	1	3	1	1	3	15	No
6	Eucalipto costeño	<i>Eucaliptos globulus</i> Labill.	3	2	2	3	2	2	3	17	No
7	Ficus	<i>Ficus sp/ benjamina</i> L.	3	3	2	3	3	2	3	19	No
8	Fresno	<i>Fraxinus americana</i> L.	3	2	1	3	2	2	2	15	No
9	Grevillea	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn.	3	2	1	2	2	2	2	13	No

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Altura máxima	Amplitud de copa	Tipo de copa	Dificultad en el mantenimiento	Adaptación al clima de Lima	Atributos ornamentales	Daño a estructuras urbanas	Suma de características	Es adecuado para arborizaciones en zonas urbanas
10	Huarango	<i>Prosopis pallida</i> <i>Humb. & Bonpl.</i>	2	2	1	3	1	2	2	13	No
11	Jacarandá	<i>Jacaranda</i> <i>mimosifolia D.</i> <i>Don</i>	2	2	1	1	1	1	2	10	Sí
12	Leucaena	<i>Leucaena</i> <i>leucocephala</i> <i>(Lam.) de Wit.</i>	2	1	2	1	1	2	1	10	Sí
13	Mejjo	<i>Hibiscus tiliaceus</i> <i>L.</i>	1	1	2	1	2	1	1	9	Sí
14	Melia	<i>Melia azedarach</i>	3	2	1	3	2	1	3	15	No

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Altura máxima	Amplitud de copa	Tipo de copa	Dificultad en el mantenimiento	Adaptación al clima de Lima	Atributos ornamentales	Daño a estructuras urbanas	Suma de características	Es adecuado para arborizaciones en zonas urbanas
15	Mimosa	<i>Mimosa longifolia Andrews.</i>	2	1	2	1	1	1	1	9	Sí
16	Molle Serrano	<i>Schinus molle L.</i>	2	1	2	1	1	1	1	9	Sí
17	Molle Costeño	<i>Schinus terebinthifolius Raddi.</i>	2	1	2	1	1	1	1	9	Sí
18	Palo verde	<i>Parkinsonia aculeata L.</i>	1	1	1	1	1	1	1	7	Sí
19	Papelillo	<i>Koelreuteria paniculata Laxm.</i>	2	2	1	1	1	1	1	9	Sí

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Altura máxima	Amplitud de copa	Tipo de copa	Dificultad en el mantenimiento	Adaptación al clima de Lima	Atributos ornamentales	Daño a estructuras urbanas	Suma de características	Es adecuado para arborizaciones en zonas urbanas
20	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	2	2	1	2	2	1	3	13	No
21	Tara	<i>Caesalpinia spinosa (Mol.) O. Kuntz.</i>	1	1	2	1	1	1	1	8	Sí
22	Tecoma	<i>Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth</i>	1	1	2	1	1	1	1	8	Sí
23	Tipa	<i>Tipuana tipu (Benth.) O. Kuntz.</i>	3	2	1	1	1	1	2	11	Sí
24	Tulipán africano	<i>Spathodea campanulata</i>	2	2	1	3	1	1	3	13	No

3.4.2 Mejoras técnicas en la elección del material propagativo:

Con respecto a los puntos críticos en la elección del material propagativo, se realizaron las siguientes mejoras:

a. Elección de plantas madre: Se establecieron criterios para la elección de plantas madre adecuadas para la obtención de material propagativo con el fin de obtener semilla de mejor calidad y con un mayor porcentaje de germinación. Los criterios establecidos fueron los siguientes:

- **Elegir árboles sanos:** Que no presenten síntomas de enfermedades ni estén infectados por plagas, ya sea en tallos, raíces o en la copa.

- **Árboles vigorosos:** Que tengan una altura mayor a 3 m y como mínimo 8 cm de diámetro de tronco a la altura de 1.4 m (diámetro a la altura de pecho). Dicho tamaño y diámetro del tronco son para garantizar la elección de una planta adulta y vigorosa. Además, que no presente síntomas de deficiencia nutricional.

- **Árboles que no hayan presentado algún estrés:** Como falta de agua, trasplante o poda severa; ya que muchas veces luego de un estrés fuerte la planta tiene como respuesta una alta producción de flores y semillas, pero dichas semillas tienen poca energía ya que fueron formadas en un periodo de estrés y tan solo son un intento de perpetuar su especie.

De acuerdo con los criterios descritos se realizó una clasificación por niveles, la cual se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11: Niveles de evaluación para elección de plantas madre

Nivel de evaluación	Presencia de enfermedades	Vigor del árbol	Estrés
1	No presenta plagas ni enfermedades	Árbol de más de 3 m de altura y diámetro de tallo mayor a 8 cm	Árbol con estado hídrico adecuado, sin deficiencias de nutrientes y bien establecido.
2	Tuvo presencia de plagas o enfermedades, pero fue tratado	Árbol entre 2 a 3 m de altura y con diámetro de tallo entre 8 a 4 cm	Se encuentra recuperando de algún proceso de estrés como la falta de riego, deficiencia de nutrientes, podas o trasplantes.
3	Presencia de plagas y/o enfermedades en árbol	Árbol menor a 2 m de altura y con un diámetro de tallo menor a 4 cm	Presenta marchitez, deficiencia de nutrientes, recibió poda severa o fue recientemente trasplantado

De esta manera, al ir a campo e identificar una posible planta madre se efectuaba una evaluación calificándola según la escala que se presentó para cada uno de los criterios. Luego al sumar los tres valores: si el árbol obtenía un resultado con un valor igual o menor a 4 era aceptado como fuente de material propagativo; pero, si el valor era mayor a 4 entonces no era aceptado como planta madre. A continuación, se presenta un ejemplo del sistema para la selección de plantas madre en la Tabla 12.

Tabla 12: Ejemplo de evaluación para la selección de plantas madre

N°	Individuo	Presencia de enfermedades	Vigor del árbol	Estrés	Suma de evaluación de criterios	Resultado
1	Árbol 1	1	1	1	3	Aprobado para ser planta madre
2	Árbol 2	1	2	1	4	Aprobado para ser planta madre
3	Árbol 3	2	2	1	5	No es aprobado para ser planta madre
4	Árbol 4	3	2	3	8	No es aprobado para ser planta madre

b. Selección de semillas sanas y vigorosas: Se identificaron los criterios necesarios para la identificación y selección de semilla adecuada en términos de madurez, sanidad y vigor; los cuales fueron:

- **Semillas que presenten madurez de cosecha:** Se debe cosechar semilla en correcto estado de madurez y evitar la colecta de semilla verde o que falte madurar, pues no siempre termina de madurar fuera del árbol; además, son más susceptibles al ataque de enfermedades y plagas.
- **Semillas sin daños por hongos o insectos plagas:** Debe colectarse semilla sana, que no presenten daños por enfermedades o por plagas ya que de colectar alguna semilla enferma podría contagiar al resto de semillas sanas.

Para facilitar la identificación de la semilla a coleccionar se procedió a realizar un cuadro con las características principales de las semillas listas para ser cosechadas, la cual se presenta a continuación en la Tabla 13.

Tabla 13: Características de frutos listos para ser cosechados

Nº	Nombre común	Nombre científico	Característica del fruto
1	Calistemo	<i>Callistemon citrinus</i> Curtis.	Frutos tipo cápsula, los cuales deben coleccionarse cuando presenten color pardo claro, y antes de que los frutos se abran ya que son del tipo dehiscentes.
2	Jacarandá	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Fruto tipo cápsula, el cual debe coleccionarse cuando se torna de verde a marrón claro y antes que el fruto se abra ya que es del tipo dehiscentes.
3	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	Fruto tipo vaina, verde al principio y que al madurar se torna color marrón claro. Debe coleccionarse cuando se torna de color marrón y antes de que el fruto se abra ya que es dehiscente.
4	Meijo	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	Fruto tipo cápsula, el cual debe coleccionarse cuando se torna de verde a marrón claro y antes que el fruto se abra ya que es del tipo dehiscente.
5	Mimosa	<i>Mimosa longifolia</i> Andrews.	Fruto tipo vaina, verde al principio y que al madurar se torna color marrón claro. Debe coleccionarse cuando se torna de color marrón y antes de que el fruto se abra ya que es dehiscente.
6	Molle Serrano	<i>Schinus molle</i> L.	Fruto tipo drupa, de color verde al principio y se torna color rojo al madurar. Debe coleccionarse cuando los frutos se encuentran de color rojo y revisar bien que no estén barrenados o atacados por plagas

N°	Nombre común	Nombre científico	Característica del fruto
7	Molle Costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	Fruto tipo drupa, de color verde al principio y se torna color rojo claro al madurar. Debe colectarse cuando los frutos se encuentran de color rojo y revisar bien que no estén barrenados o atacados por plagas
8	Palo verde	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Fruto tipo vaina, verde al principio y que al madurar se torna color marrón claro. Debe colectarse cuando se torna de color marrón y antes de que el fruto se abra ya que es dehiscentes.
9	Papelillo	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	Frutos tipo bayas que son de color verde al principio y que se van tornando de color amarillo a rosado mientras madura hasta tomar un color marrón claro cuando están listas para la cosecha. Debe colectarse cuando los frutos empiezan a tornarse de color marrón claro. Contienen semillas de color marrón oscuro de 5 a 8 mm de diámetro
10	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol.) O. Kuntz.	Frutos son vainas planas indehiscentes. De color verde rojizo al principio, que luego se tornan pardo oscuro a marrón al madurar. Deben colectarse cuando las vainas se tornan color pardo a marrón.
11	Tecoma	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Frutos tipo cápsula dehiscentes, que son verdes al principio y que al madurarse se van tornando de color amarillo a pardo claro. Los frutos deben colectarse antes de que se sequen mucho ya que al abrirse se pierden las semillas
12	Tipa	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) O. Kuntz.	Frutos tipo sámara, los cuales son verdes al principio y que deben colectarse al tornarse de color amarillo.

c. **Tratamiento postcosecha:** Se estableció un flujo de procesos que garantice un adecuado sistema de almacenamiento de la semilla colectada. Esto se realizó con el fin de lograr mayores rendimientos en la germinación y en la obtención de plantines forestales. El nuevo flujo de procesos establecidos se presenta a continuación en la Figura 5.

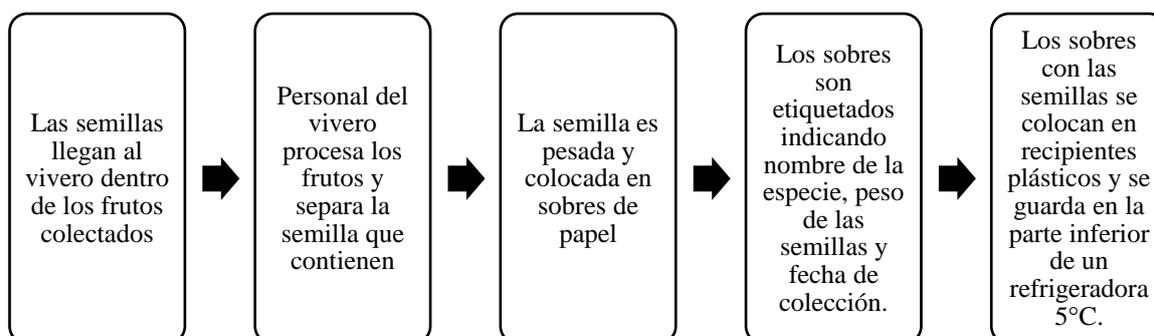


Figura 5: Flujo de procesos para el almacenamiento de las semillas colectadas

d. **Calendario de cosecha de semillas:** Se elaboró un calendario para las especies de interés donde se señalaban los meses en los que se podría encontrar la semilla lista para ser colectada en campo. Los datos fueron obtenidos mediante la observación del comportamiento de dichas especies en la ciudad.

En la Figura 6 presentada a continuación, se pueden identificar a los meses para la cosecha de semillas con el color rojo:

Calendario para la cosecha de semillas forestales en Lima Metropolitana													
N°	Nombre científico	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	<i>Callistemon citrinus</i> Curtis.	Floración y Cosecha de Semillas											
2	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Crecimiento vegetativo	Crecimiento vegetativo	Crecimiento vegetativo	Dormancia	Dormancia	Dormancia	Floración - Frutificación	Floración - Frutificación	Floración - Frutificación	Floración - Frutificación
3	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Crecimiento vegetativo	Floración - Frutificación	Floración - Frutificación	Floración - Frutificación					
4	<i>Hibiscus tiliassus</i> L.	Floración y Cosecha de Semillas											
5	<i>Mimosa longifolia</i> Andrews.	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Crecimiento vegetativo	Floración - Frutificación	Floración - Frutificación	Floración - Frutificación	Floración - Frutificación					
6	<i>Schinus molle</i> L.	Floración - Frutificación	Floración - Frutificación	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Crecimiento vegetativo	Floración - Frutificación	Floración - Frutificación				
7	<i>Schinus therebentifolius</i> Radde.	Floración - Frutificación	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Crecimiento vegetativo	Floración - Frutificación						
8	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Floración - Frutificación	Floración - Frutificación	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Dormancia	Dormancia	Dormancia	Crecimiento vegetativo	Crecimiento vegetativo	Crecimiento vegetativo	Floración - Frutificación
9	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	Floración - Frutificación	Floración - Frutificación	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Dormancia	Dormancia	Dormancia	Crecimiento vegetativo	Crecimiento vegetativo	Crecimiento vegetativo	Floración - Frutificación
10	<i>Caesalpinhes spinosa</i> (Mol.) O. Kuntz.	Floración - Frutificación	Floración - Frutificación	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Dormancia	Dormancia	Dormancia	Crecimiento vegetativo	Crecimiento vegetativo	Crecimiento vegetativo	Floración - Frutificación
11	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Crecimiento vegetativo	Floración - Frutificación	Floración - Frutificación	Floración - Frutificación	Cosecha de semillas				
12	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) O. Kuntz.	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Cosecha de semillas	Crecimiento vegetativo	Floración - Frutificación	Floración - Frutificación	Floración - Frutificación					

Figura 6: Calendario de cosecha de semillas de las especies seleccionadas – Lima Metropolitana

3.4.3 Mejora de los procesos de propagación de las especies arbóreas:

Se realizaron los siguientes cambios en torno a los puntos críticos detectados en los procesos de propagación de las especies arbóreas.

a. Invernadero: Se implementó una cobertura plástica de polietileno para incrementar la temperatura en los meses de otoño – invierno, con el objetivo de mejorar las condiciones climáticas internas que favorecieron la propagación de especies arbóreas por semilla botánica, tal como se muestra en la Tabla 14. Luego en la estación de primavera-verano se reemplazó la cobertura plástica por la malla antiáfida; la cual, contribuyó en la disminución de incidencia de plagas y enfermedades en las camas de germinación, tal como se detalla en la Tabla 15.

Tabla 14: Comparación del efecto de la cobertura plástica y la malla antiáfida en la temperatura, la humedad relativa y el porcentaje de germinación al interior del invernadero durante los meses de invierno (junio, julio y agosto)

Tipo de cobertura	Temperatura promedio (°C)	Humedad relativa (%) promedio	% de Germinación promedio
Con cobertura plástica	18	98	88
Con malla antiáfida	16	99	78
Diferencia	2	1	10

Como se puede observar, el cambio de cobertura con malla antiáfida por la cobertura plástica durante los meses de invierno, trajo consigo un incremento en la temperatura dentro del invernadero de 2°C, lo cual a su vez se reflejó en el incremento del 10% en la germinación.

Tabla 15: Comparación del efecto de la cobertura plástica y la malla antiáfida en la temperatura, humedad relativa y porcentaje de mortandad en el interior del invernadero durante los meses de verano (enero, febrero y marzo)

Tipo de cobertura	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%) promedio	% de mortandad de plantines
Con cobertura plástica	28	95	26
Con malla antiáfida	26	89	11
Diferencia	2	6	15

En el caso del cambio de cobertura plástica por malla antiáfida durante los meses de verano también se observó un resultado positivo; pues, se obtuvo una disminución en el porcentaje de mortandad de las plantas de invernadero de 15% con respecto al año 2018

b. Tratamientos pregerminativos: Se procedió a implementar como labores los siguientes tratamientos pregerminativos:

- ***Caesalpinia spinosa:*** Una vez se extraía la semilla del fruto, se procedía a hervir agua (3 L de agua por cada 1 kg de semilla) la cual, luego de hervir, se dejaba reposar por 5 minutos con el fin de que la temperatura disminuya un poco y luego se procedía a dejar remojando las semillas en esa agua por 24 horas, al cumplir este tiempo se procedía a la siembra.
- ***Mimosa longifolia:*** Se procedió a realizar un tratamiento pregerminativo de hidratación en agua a temperatura ambiente; para lo cual, se dejan sumergidas por 24 horas las semillas, en 3 L de agua por cada 1 kg de semilla. Luego de pasar las 24 horas sumergidas se procedía a la siembra en las camas de germinación.

En ambos casos se observaron efectos positivos luego de la aplicación de tratamientos pregerminativos tal como se puede observar en la Tabla 16.

Tabla 16: Comparación del efecto del tratamiento pre germinativo en el porcentaje de germinación y en el número de días para alcanzar el 50% de germinación

Nº	Nombre común	Nombre científico	Tratamiento	% de germinación	Número de días para alcanzar el 50% del total germinado
1	Mimosa	<i>Mimosa longifolia</i> Andrews.	Sin tratamiento	64	14
			Inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas	90	8
2	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol.) O. Kuntz.	Sin tratamiento	47	18
			Remojo en agua caliente e inmersión por 24 horas	75	12

Para la especie *Mimosa longifolia* Andrews se observó un incremento en la germinación: Desde 64% sin tratamiento hasta obtener un 90% con la semilla que pasó por un tratamiento pre germinativo de inmersión en agua por 24 horas. Así también, el tratamiento pre germinativo hizo que la germinación de las semillas sea más uniforme observándose que la semilla sin tratamiento demoraba hasta 14 días para que germine al 50 %, mientras que con el tratamiento pre germinativo se obtuvo una germinación de más del 50% de semillas sembradas a los ocho días después de la siembra.

Para la especie *Caesalpinia spinosa* (Mol.) O. Kuntz de igual manera se observó un incremento en la germinación: Desde un 36% sin tratamiento hasta obtener un 78% de germinación con la semilla que pasó por un tratamiento de inmersión en agua caliente y reposo por 24 horas. Así también, el tratamiento pre germinativo hizo que la germinación de las semillas sea más uniforme observándose que la semilla sin tratamiento demoraba

hasta 18 días para que germine al 50 %, mientras que con el tratamiento pre germinativo se obtuvo una germinación de más del 50% a los 12 días después de la siembra.

c. Aplicaciones preventivas contra hongos de raíz y cuello de planta: Se estableció un programa de aplicaciones preventivas contra hongos causantes de chupaderas o pudriciones de cuellos de raíz, el cual consistía en la aplicación intercalada de las siguientes mezclas: fosfo-etil aluminio + tiofanato metílico y metalaxyl + benomyl, las dosis y frecuencia de uso se detallan a continuación en la Tabla 17.

Tabla 17: Aplicación preventiva contra hongos causantes de pudrición de raíz invernadero y en plantines trasplantados

N°	Tipo de producto	Ingrediente activo	Unidad	Dosis para 20 L	Momento de aplicación	Frecuencia y numero de aplicación	Observaciones
1	Fungicida	Fosfo etil aluminio	gr	50	Luego de la siembra en invernadero	Cada 15 días, 4 aplicaciones en total	Se alternan las mezclas de fungicidas para evitar resistencia adquirida
	Fungicida	Tiofanato de metilo	gr	20			
2	Fungicida	Metalaxyl + mancozeb	gr	50	Una semana luego de la siembra en invernadero	Cada 15 días, 4 aplicaciones en total	
	Fungicida	Benomyl	gr	20			

d. Fertilización: Se implementó un programa de fertilización para los plantines dentro del invernadero. La mezcla de fertilizantes utilizados fue la siguiente: fertilizante foliar N-P-K de ley 20-20-20, extractos de algas con contenido de auxinas, giberelinas, citoquininas y ácido abscísico; y ácidos húmicos como se puede ver en la Tabla 18.

Tabla 18: Aplicación de estimulantes para promover desarrollo de raíces en plantines trasplantados

Nº	Tipo de producto	Ingrediente activo	Unidad	Dosis para 20 L	Momento de aplicación	Frecuencia y número de aplicación
1	Bioestimulante	Algas marinas	ml	50	Luego de la aparición de las primeras hojas verdaderas.	Cada 15 días, 3 aplicaciones en total
2	Extracto orgánico	Ácidos húmicos	ml	50		

e. **Cosecha de plantines:** Se implementó estándares de obtención de plantines de calidad los cuales fueron determinados por la ausencia de plagas y enfermedades, buena condición radicular y por la formación de las primeras 3 a 4 hojas verdaderas.

3.4.4 Mejora de las etapas de crecimiento y desarrollo de las especies arbóreas:

Luego de identificar los puntos críticos en las etapas de crecimiento y desarrollo de las especies arbóreas, se efectuaron los siguientes cambios:

a. **Preparación de sustrato:** Se realizó el mejoramiento en la formulación del sustrato, reemplazando el musgo *Distichia muscoides*, el cual tiene un elevado precio y además de ello se encuentra muy explotado por lo que conviene disminuir su uso en la mayor manera posible. Para ello se utilizó una mezcla de cascarilla de arroz y aserrín los cuales usados en conjunto brindan unas características similares en cuanto a la generación de espacios porosos, retención de humedad y disminución del peso del sustrato. La formulación de los sustratos para el 2018 y 2019 así como el costo para producirlos se detallan a continuación en las tablas 19 y 20.

Tabla 19: Ingredientes para producir 1m³ de sustrato en el año 2018

N°	Insumo	Cantidad	Unidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
1	Tierra de chacra	6	Buggies	4.80*	28.80
2	Arena de río	4	Buggies	4.80*	19.20
3	Musgo	4	Bolsas de 10kg	8.00	32.00
4	Compost	8	Sacos 40kg	12.00	96.00
Total					176.0

*Volumen de carga de Buggie = 80 L.

**Precio referencial de arena de río y tierra de chacra = S/. 60 por m³.

Tabla 20: Ingredientes para producir 1m³ de sustrato en el año 2019

N°	Insumo	Cantidad	Unidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
1	Tierra de chacra	6	Buggies	4.80*	28.80
2	Arena de río	4	Buggies	4.80*	19.20
3	Cascarilla de arroz	1	Fardo de 10kg	5.00	5.00
4	Aserrín	2	Sacos de 8 kg	5.00	10.00
5	Compost	8	Sacos de 40kg	12.00	96.00
Total					159.0

*Volumen de carga de Buggie = 80 L.

**Precio referencial de arena de río y tierra de chacra = S/. 60 por m³.

b. Enriquecimiento del sustrato con fertilizantes: Se implementó la aplicación de fertilizantes granulados al sustrato como una nueva labor, esto con el fin de aumentar la carga de nutrientes que se tenía como base para la producción de plantas. Los fertilizantes utilizados fueron: fosfato di-amónico, cloruro de potasio y nitrato de amonio. Las dosis utilizadas por cada uno de los fertilizantes se presentan en la Tabla 21.

Tabla 21: Fertilizantes utilizados por cada 1m³ de sustrato año 2019

N°	Insumo	Cantidad	Unidad
1	Nitrato de amonio	400	gr
2	Fosfato di-amónico	450	gr
3	Cloruro de potasio	400	gr

c. **Programa de fertilización foliar:** Se estableció un programa de fertilización foliar, esto con el fin de incentivar el crecimiento de los árboles y debido a que había una fuerte necesidad de contar con un gran número de árboles de la talla adecuada para las arborizaciones en la ciudad. Los insumos utilizados y las dosis se presentan a continuación en la Tabla 22:

Tabla 22: Aplicación foliar de estimulantes para promover el crecimiento de los árboles en producción

N°	Tipo de producto	Ingrediente activo	Unidad	Dosis para 200 L	Momento de aplicación	Frecuencia de aplicación
1	Urea	N	gr	250	30 días después del trasplante	Cada 15 días
	Nitrato de Potasio	P ₂ O ₅	gr	500		
	Bio estimulante	Extracto de algas	ml	500		

d. **Programa de aplicaciones preventivas:** Se implementó un programa preventivo de aplicaciones que permitió mantener la población de las plagas por un nivel inferior al daño económico. Las principales plagas por controlar fueron: *Pseudoplusia sp*, *Spodoptera sp*, *Aphis sp*, *Tetranychus sp* y hongo del género *Oidium*. Para ello se formularon 2 combinaciones de plaguicidas, cada una compuesta por 2 insecticidas (uno de contacto y otro sistémico) y 01 fungicida. Cada quince días se alternaba en el uso a cada uno de estos grupos de plaguicidas; esto, con el fin de evitar la resistencia adquirida por parte de los insectos y hongos plagas. Los plaguicidas, las dosis y la frecuencia de aplicación se pueden ver en la Tabla 23.

Tabla 23: Aplicaciones quincenales para la prevención del ataque de hongos e insectos en árboles en producción

N ^o	Tipo de producto	Ingrediente activo	Unidad	Dosis para 200 L	Momento de aplicación	Frecuencia de aplicación	Observaciones
1	Insecticida	Clorpirifos	ml	300	30 días después del trasplante	Cada 30 días	Se alternan las mezclas para evitar resistencia adquirida
	Insecticida	Dimetoato	ml	250			
	Fungicida	Tiofanato de metilo	gr	400			
2	Insecticida	Cipermetrina	ml	250	45 días después del trasplante	Cada 30 días	
	Insecticida	Imidacloprid	gr	100			
	Fungicida	Benomilo	gr	500			

Las aplicaciones se efectuaban utilizando mochila fumigadora y los implementos de protección personal recomendados tal como se puede observar en la Figura 7



Figura 7: Aplicación preventiva para el control de plagas y enfermedades.

Además de las aplicaciones preventivas se establecieron aplicaciones puntuales para algunas plagas que podrían aparecer eventualmente. Tal era el caso de plagas de tipo molusco, caracoles y babosas en los meses de invierno y plagas del tipo arácnido, ácaros durante el verano, ya que estas plagas no eran controladas por las aplicaciones preventivas. Cuando el ataque se presentaba en más de una cama, se realizaban aplicaciones con los productos y dosis detallados en la Tabla 24.

Tabla 24: Aplicaciones específicas para plagas eventuales

N°	Tipo de producto	Ingrediente activo	Unidad	Dosis	Momento de aplicación	Frecuencia de aplicación
1	Acaricida	Abamectina	ml	50/20 L	Al detectar ataque de Ácaros	Cada 7 días, en total de 3 aplicaciones.
2	Molusquicida	Metaldehido	gr	20/m.	Al detectar ataque de caracoles o babosas	Cada 7 días, en total 2 aplicaciones.

e. **Deshierbe:** Se determinó que el deshierbe de cada cama de producción de árboles debía realizarse 1 vez por semana durante las primeras 8 semanas luego del trasplante de los plantines. Luego de este periodo, el deshierbe pasaba a realizarse cada 15 días, labor que se grafica en la Figura 08.



Figura 8: Personal del vivero realizando el deshierbe en las plantas en crecimiento.

Gracias a la aplicación de las nuevas prácticas para el deshierbe se logró disminuir el porcentaje de mortandad de las plantas trasplantadas durante el primer mes después del trasplante, los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 25.

Tabla 25: Porcentaje de mortandad de plantas durante el primer mes luego del trasplante.

Nº	Nombre común	Nombre científico	Sin deshierbe (% de mortandad)	Deshierbando semanalmente (% de mortandad)	Disminución en el % de mortandad.
1	Calistemo	<i>Callistemon citrinus</i> Curtis.	10	2	8
2	Jacarandá	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	15	3	12
3	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	10	3	7
4	Meijo	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	12	5	7
5	Mimosa	<i>Mimosa longifolia</i> Andrews.	12	5	7
6	Molle Serrano	<i>Schinus molle</i> L.	12	5	7
7	Molle Costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	10	3	7
8	Palo verde	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	15	5	10
9	Papelillo	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	10	5	5
10	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol.) O. Kuntz.	17	5	12
11	Tecoma	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	10	3	7
12	Tipa	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) O. Kuntz.	16	5	11

Las especies en las que se logró obtener una mayor disminución en cuanto al porcentaje de mortandad durante el primer mes luego del trasplante fueron *Caesalpinia spinosa* (Mol.) O. Kuntz. Y *Jacaranda mimosifolia* D. Don; logrando en ambos una reducción de la mortandad del 12% comparada con el año 2018

f. Poda de formación y clasificación de árboles: Las podas de formación debían realizarse en un periodo no menor de 30 días entre ellas y solo cortar los brotes o ramas por debajo del tercio superior del árbol. Ello debido a que la poda de formación que se aplicaba anteriormente era muy excesiva dejando tan solo 3 o 4 brotes en la parte superior, lo que traía como consecuencia tallos más delgados y débiles.

También se implementó la labor de clasificación de y ordenamiento de los árboles dentro de cada cama. Esta actividad se daba con el fin de exponer a la luz a las plantas pequeñas que se encontraban en los espacios internos, a la sombra de otras plantas más grandes, de esta manera se lograba un crecimiento más uniforme de los árboles y un mayor orden a la hora de despachar los árboles listos para las arborizaciones.

g. Despacho de árboles: Se estableció un conjunto de características mínimas que debían cumplir los árboles para ser despachados. Esto debido a que anteriormente los árboles eran despachados sin importar el tamaño en altura o el diámetro del tallo, razón por la cual muchas veces se reportaba una alta mortandad luego de la plantación en campo definitivo.

- **Altura del árbol:** Se estableció la altura mínima para el despacho de árboles en 1,5 m de altura, debido a que los árboles son destinados a zonas urbanas, tamaños más pequeños pasan desapercibidos y suelen ser dañados.

- **Diámetro de tallo:** Se estableció que el tallo debe tener un diámetro mínimo de 2,5 cm, ya que tallos con un diámetro menor se quiebran fácilmente ya sea por el viento, por las personas o por otros agentes en el medio urbano.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

4.1 Resultados:

4.1.1 Identificación de especies adecuadas para arborizaciones en Lima:

Luego de realizar el análisis descrito en el punto 3.4.1, las especies que fueron seleccionadas se presentan en la Tabla 26, todas ellas cumplen con los criterios mencionados y por lo tanto garantizan un correcto desarrollo en zonas urbanas de Lima sin el riesgo de afectar alguna infraestructura urbana.

Tabla 26: Lista de especies seleccionadas para arborizaciones en la ciudad

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Seleccionado para arborizaciones urbanas
1	Calistemo	<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis)	Sí
2	Jacarandá	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Sí
3	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	Sí
4	Meijo	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	Sí
5	Mimosa	<i>Mimosa longifolia</i> Andrews.	Sí
6	Molle Serrano	<i>Schinus molle</i> L.	Sí
7	Molle Costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	Sí
8	Palo verde	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Sí
9	Papelillo	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	Sí
10	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol.) O. Kuntz.	Sí
11	Tecoma	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Sí
12	Tipa	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) O. Kuntz.	Sí

- **“Calistemo”** *Callistemon citrinus* Curtis.: Se trata de un árbol de porte mediano (4 a 6m), adaptado a suelos sueltos y poco profundos. Es originaria del continente australiano. “Presenta flores rojas bisexuales, tubulares, crecen agrupadas formando escobillones en las puntas y con floración constante a lo largo del año. Sus frutos son cápsulas redondas con hendiduras, liberan muchas semillas pequeñas” (León Morales, 2006).
- **“Jacarandá”** *Jacaranda mimosifolia* D. Don: Árbol mediano que puede alcanzar los 15 metros de altura, originario de Brasil y Argentina. Presenta hojas compuestas con numerosos foliolos diminutos, requiere de una época seca previa a la floración. (León Morales, 2006). Es una planta rústica en cuanto a tipo de suelo prefiriendo los suelos arenos arcillosos (Choque, 2016)
- **“Leucaena”** *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit: Especie originaria de México y mesoamérica. Árbol o arbusto semi caducifolio, de 3 a 6 m (hasta 12 m) de altura. Copa redondeada, hojas alternas, bipinnadas Tronco usualmente torcido y se bifurca a diferentes alturas (Zarate, 1987). Presenta flores pequeñas de color blanco que forman vainas de color verde cuando están inmaduras y que se tornan marrón al madurar.
- **“Meijo”** *Hibiscus tiliaceus* L.: Originaria de las zonas costeras del océano pacífico e índico, pertenece a la familia de las Malváceas. “Árbol que va de los 3 hasta los 10 metros de altura. Presenta flores típicas del género Hibiscus, las cuales son de corta duración y de color cambiante que va de amarillo, naranja a rojo”. (Flores, 2016)
- **“Mimosa”** *Mimosa longifolia* Andrews: “Pertenece a la familia de las fabáceas alcanza entre 3 a 7 m de altura. De follaje semi perenne, copa globosa y hojas largas y delgadas. El tronco es sinuoso y las raíces son superficiales” (SERPAR-LIMA, 2012). Presenta floración de color amarillo en los meses de primavera.
- **“Molle serrano”** *Schinus molle* L. Pertenece a la familia Anacardiaceae, es longevo y de mediana altura (4-8 m), presenta copa siempre verde, globosa y caediza. Presenta flores muy pequeñas de color blanco a amarillo y que luego forman frutos tipo baya de color rojo. (SERPAR-LIMA, 2012)
- **“Molle costeño”** *Schinus terebinthifolius* Raddi.: especie oriunda de Sudamérica, que alcanza los 10 metros de altura en promedio. “Pertenece a la familia de las Anacardiáceas y es un árbol siempre verde, de copa densa color verde oscuro y tronco corto y algo retorcido. Produce frutos en racimos de color rojizo. Es una especie ornamental, ideal para parques y jardines” (SERPAR-LIMA, 2012).
- **“Palo verde”** *Parkinsonia aculeata* L. Árbol pequeño de tipo caducifolio, puede crecer de 3 a 6 m de altura, presenta tronco a menudo ramificado de corteza lisa y de color

verde, hojas alternas y compuestas bipinnadas. “Presenta floración en forma de racimos de color amarillo y forma frutos tipo vaina de color verde cuando están inmaduros y que se tornan café oscuro a la madurez” (Bautista, 2016).

- **“Papelillo”** *Koelreuteria paniculata* Laxm. Pertenece a la familia de las Sapindáceas, especie caducifolia, originaria de Asia alcanza los 10 metros de altura. “Posee tronco recto de color grisáceo y la copa tiene forma globular. Las flores son de color melón y rosado, y cada una posee dos semillas de color negro” (SERPAR-LIMA, 2012). **“Tara”** *Caesalpinia spinosa* (Mol.) O. Kuntz. Árbol siempre verde, con espinas en tallo y ramas, de 3 a 4 m de altura, posee un tronco redondo, espinoso y a veces torcido. Las hojas son verde oscuras, lisas o laxamente espinosas Las flores se disponen en racimos de color rojo-amarillentos. El fruto es verde cuando está inmaduro y se torna de color rojo a café claro al madurar (Dostert, et al, 2009).

- **“Tecoma”** *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth: Árbol pequeño de 2 a 6 m de altura. Presenta copa globosa y hojas compuestas, opuestas e imparipinnadas. “Las flores se presentan en inflorescencias tipo racimo ubicadas en la parte terminal o sub terminal de las ramas. El fruto es una cápsula alargada, cilíndrica y dehiscente, de color café al madurar. Semillas son pequeñas, aplanadas y aladas” (CONAFOR, 2017).

- **“Tipa”** *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntz: Planta perteneciente a la familia fabácea, es originaria de Sudamérica tropical, es un árbol de vida media, mide de 15 a 20 metros de altura, es semi caducifolio, con alto recambio de hojas. “Su copa es globosa aparasolada y densa. Su tronco es sinuoso, posee pequeñas flores amarillas y su fruto se denomina sámara” (SERPAR-LIMA, 2012).

4.1.2 Mejoras técnicas en la elección del material propagativo:

Como resultado de implementar las nuevas técnicas en selección y conservación del material propagativo, así como las nuevas técnicas de cobertura en el invernadero, se observaron aumentos importantes en el porcentaje de germinación para todas las especies de interés en el vivero. Los resultados obtenidos durante los años 2018 y 2019 pueden observarse en la Tabla 27.

Tabla 27: Comparación del porcentaje de germinación de especies arbóreas para los años 2018 y 2019

N°	Nombre común	Nombre científico	% de germinación año 2018	% de germinación año 2019	Incremento (%)
1	Calistemo	<i>Callistemon citrinus</i> Curtis.	75	89	14
2	Jacarandá	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	70	85	15
3	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	78	95	17
4	Meijo	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	70	85	15
5	Mimosa	<i>Mimosa longifolia</i> Andrews.	64	90	26
6	Molle Serrano	<i>Schinus molle</i> L.	80	90	10
7	Molle Costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	80	90	10
8	Palo verde	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	65	87	22
9	Papelillo	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	80	92	12
10	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol.) O. Kuntz.	47	75	28
11	Tecoma	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	85	95	10
12	Tipa	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) O. Kuntz.	75	87	12

4.1.3 Mejora de los procesos de propagación de las especies arbóreas:

a. Mejora en la cobertura del invernadero y en tratamientos pregerminativos:

Como se puede observar la adopción de nuevas prácticas en cuanto a la cobertura del invernadero y en cuanto a los tratamientos pre germinativos efectuados tuvieron un efecto positivo, pues se obtuvieron mayores porcentajes de germinación para todas las especies. El menor incremento observado fue en las especies *Schinus terebinthifolius* y *Tecoma stans* con un incremento del 10% en su porcentaje de germinación; el mayor incremento registrado se dio en la especie *Caesalpinia spinosa*, que gracias a los tratamientos pre germinativos efectuados logró un incremento de 28% en su porcentaje de germinación. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente Figura 09.

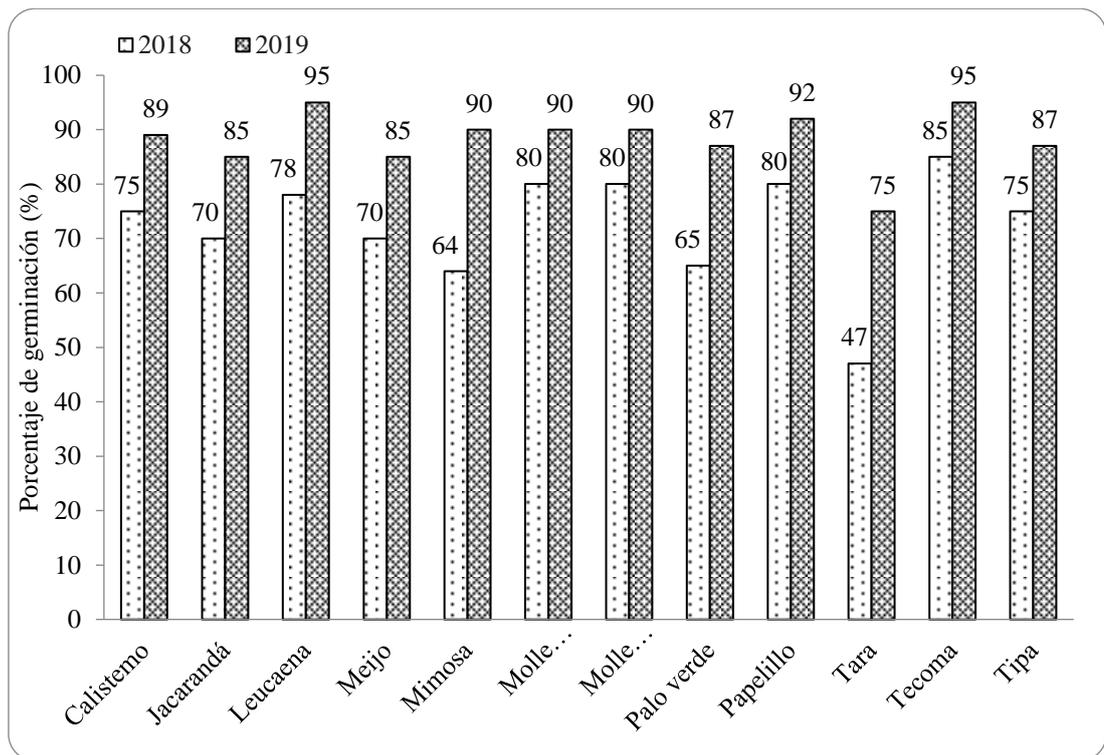


Figura 9: Comparación del porcentaje de germinación de especies arbóreas para los años 2018 y 2019

b. Aplicaciones preventivas contra hongos de raíz y cuello de planta:

Las aplicaciones eran realizadas al drench, dirigido al sustrato y cuello de plantas. Se comprobó la efectividad luego de las aplicaciones pues el porcentaje de mortandad en invernadero para todas las especies disminuyó, obteniéndose una mayor eficiencia en el uso de la semilla o material propagativo. Los datos obtenidos se detallan en las Tablas 28, y 29 y en la Figura 10.

Tabla 28: Número de plantines obtenidos por cada 1000 semillas año 2018 (sin aplicaciones preventiva)

Nº	Nombr e común	Nombre científico	% de germinació n	Nº de plantines germinado s por cada 1000 semillas	Nº de plantines obtenido s por cada 1000 semillas	% de mortandad de plantines en invernader o
1	Caliste mo	<i>Callistemon citrinus Curtis.</i>	75	750	561	25.20
2	Jacaran dá	<i>Jacaranda mimosifolia D. Don</i>	70	700	470	32.86
3	Leucaea na	<i>Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit.</i>	78	780	650	16.67
4	Meijo	<i>Hibiscus tiliaceus L.</i>	65	650	515	20.77
5	Mimos a	<i>Mimosa longifolia Andrews.</i>	64	640	470	26.56
6	Molle Serrano	<i>Schinus molle L.</i>	80	800	560	30.00
7	Molle Costeñ o	<i>Schinus terebinthifolius Raddi.</i>	85	850	570	32.94
8	Palo verde	<i>Parkinsonia aculeata L.</i>	65	650	487	25.08
9	Papelill o	<i>Koelreuteria paniculata Laxm.</i>	80	800	603	24.63
10	Tara	<i>Caesalpinia spinosa (Mol.) O. Kuntz.</i>	47	470	350	25.53
11	Tecom a	<i>Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth</i>	85	850	638	24.94
12	Tipa	<i>Tipuana tipu (Benth.) O. Kuntz.</i>	75	750	564	24.80

Tabla 29: Número de plantines obtenidos por cada 1000 semillas año 2019 (con aplicaciones preventivas)

N°	Nombre común	Nombre científico	% de germinación	N° de plantines germinados por cada 1000 semillas	N° de plantines cosechados por cada 1000 semillas	% de mortandad de plantines en invernadero
1	Callistemon	<i>Callistemon citrinus</i> Curtis.	89	890	765	14.04
2	Jacarandá	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	85	850	720	15.29
3	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	95	950	900	5.26
4	Meijo	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	85	850	748	12.00
5	Mimosa	<i>Mimosa longifolia</i> Andrews.	90	900	802	10.89
6	Molle Serrano	<i>Schinus molle</i> L.	90	900	790	12.22
7	Molle Costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	93	930	842	9.46
8	Palo verde	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	87	870	759	12.76
9	Papelillo	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	92	920	830	9.78
10	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol.) O. Kuntz.	75	750	650	13.33
11	Tecoma	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	95	950	915	3.68
12	Tipa	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) O. Kuntz.	87	870	752	13.56

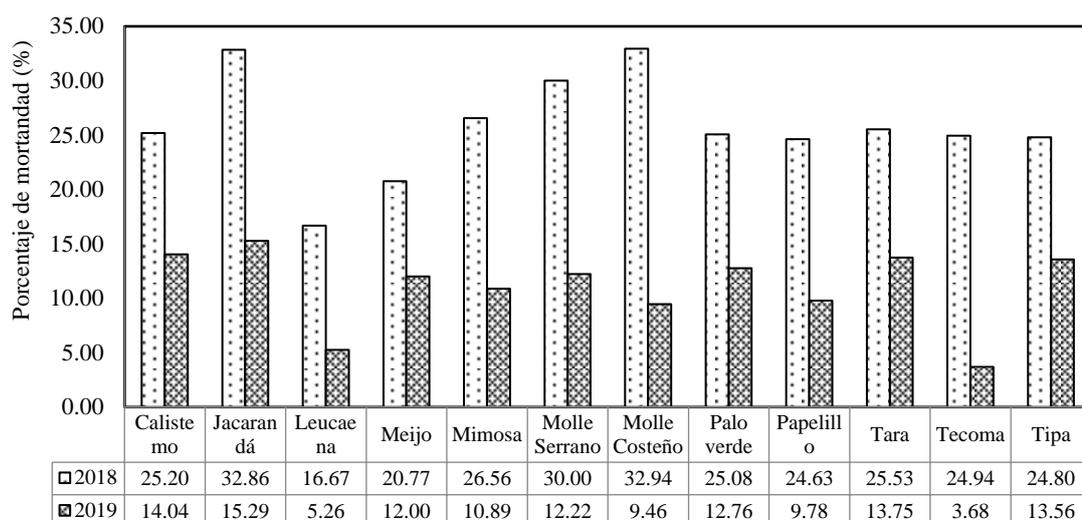


Figura 10: Comparación del porcentaje de mortandad de plantines en invernadero entre el año 2018 y 2019.

Los resultados de las aplicaciones preventivas realizadas en el invernadero permitieron disminuir el porcentaje de mortandad para todas las especies propagadas. La mayor disminución en mortandad en invernadero se observó en la especie de *Schinus terebinthifolius*, que paso de tener un porcentaje de mortandad de 33% en el año 2018 hasta solo el 9% de mortandad de plantines en invernadero para el año 2019.

c. Fertilización:

El efecto de la aplicación de los bio-estimulantes fue positivo y dio como resultado un crecimiento más acelerado y, por consecuencia, una disminución en el número de días necesarios para la obtención de plantines listos para el trasplante en cada una de las especies de interés, el cual puede ser observado en la Tabla 30.

Tabla 30: Disminución en el número de días para obtener plantines.

Nº	Nombre común	Nombre científico	Nº de días para obtener plantines -2018	Nº de días para obtener plantines 2019	Disminución en el número de días
1	Calistemo	<i>Callistemon citrinus</i> Curtis.	39	35	4
2	Jacarandá	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	36	30	6
3	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	36	30	6
4	Meijo	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	42	36	6
5	Mimosa	<i>Mimosa longifolia</i> Andrews.	45	35	10
6	Molle Serrano	<i>Schinus molle</i> L.	38	30	8
7	Molle Costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	31	24	7
8	Palo verde	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	45	42	3
9	Papelillo	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	36	30	6
10	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol.) O. Kuntz.	48	42	6
11	Tecoma	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	31	21	10
12	Tipa	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) O. Kuntz.	42	36	6

Como se puede observar las especies en las que se obtuvieron mejores resultados en cuanto a la disminución de días necesarios para el trasplante de plantines fueron: *Tecoma stans* donde se alcanzó una disminución de 10 días con respecto al año 2018 y *Schinus terebinthifolius* con una disminución de 7 días.

Como resultado de las mejores técnicas efectuadas se obtuvo el aumento en el número de plantas obtenidas por cada 1000 semillas en todas las especies en producción del vivero, el cual se detalla en la Tabla .

Tabla 31: Comparación en número de plantines obtenidos por cada 1000 semillas entre los años 2018 y 2019

N°	Nombre común	Nombre científico	N° de plantines cosechados por cada 1000 semillas 2018	N° de plantines cosechados por cada 1000 semillas 2019	Incremento obtenido (%)
1	Calistemo	<i>Callistemon citrinus</i> Curtis.	561	765	36.36
2	Jacarandá	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	470	720	53.19
3	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	650	900	38.46
4	Meijo	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	515	748	45.24
5	Mimosa	<i>Mimosa longifolia</i> Andrews.	470	802	70.64
6	Molle Serrano	<i>Schinus molle</i> L.	560	790	41.07
7	Molle Costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	570	842	47.72
8	Palo verde	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	487	759	55.85
9	Papelillo	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	603	830	37.65
10	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol.) O. Kuntz.	350	650	85.71
11	Tecoma	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	638	915	43.42
12	Tipa	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) O. Kuntz.	564	752	33.33

4.1.4 Mejora de las etapas de crecimiento y desarrollo de las especies arbóreas:

a. Preparación de sustrato:

Con el cambio del uso de musgo por el de cascarilla de arroz y aserrín se logró disminuir el costo para la preparación de sustrato en un 10%, pasando de costar 176 soles por m³ en el 2018 a 159 soles por m³ en el 2019. Esta reducción en el costo no significó una disminución en la calidad del sustrato. La información se detalla en la Tabla 32.

Tabla 32: Comparación del costo de 1m³ de sustrato entre los años 2018 y 2019

N ^o	Ítem	Costo (s./) - año 2018	Costo (s./) - año 2019	Diferencia (s./)	Diferencia porcentual (%)
1	1m ³ de sustrato preparado	176.00	159.00	17.00	10

b. Enriquecimiento del sustrato con fertilizantes y aplicación de fertilizante foliar:

Como resultado del uso de fertilizantes en la preparación del sustrato y aplicados vía foliar durante el desarrollo de los árboles, se obtuvo una disminución en los días necesarios para la obtención de árboles listos para ser despachados a arborizaciones, la cual se detalla a continuación en la Tabla 33.

Tabla 33: Efecto del uso de fertilizantes en el número de días necesarios para la obtención de árboles listos para arborizaciones

Nº	Nombre común	Nombre científico	Sin uso de fertilizantes (días)	Con el uso de fertilizantes (días)	Variación porcentual %
1	Calistemo	<i>Callistemon citrinus</i> <i>Curtis.</i>	435	390	10.34
2	Jacarandá	<i>Jacaranda mimosifolia</i> <i>D. Don</i>	460	420	8.70
3	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) <i>de Wit.</i>	400	360	10.00
4	Meijo	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	390	360	7.69
5	Mimosa	<i>Mimosa longifolia</i> <i>Andrews.</i>	380	330	13.16
6	Molle Serrano	<i>Schinus molle</i> L.	400	360	10.00
7	Molle Costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	370	330	10.81
8	Palo verde	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	450	420	6.67
9	Papelillo	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	410	374	8.78
10	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol.) O. Kuntz.	450	420	6.67
11	Tecoma	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. <i>ex Kunth</i>	360	320	11.11
12	Tipa	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) O. Kuntz.	390	330	15.38

Se obtuvo una reducción en el número de días necesario para la obtención de plantas de 1.5m de altura para todas las especies. La especie que presentó el mejor resultado fue *Tipuana tipu*, reduciendo el número de días necesarios de 390 a 330.

c. Programa de aplicaciones preventivas:

Como resultado del programa de aplicaciones se obtuvo una disminución en la incidencia de las principales plagas del vivero, la cual fue calculada contabilizando el número de camas atacadas a lo largo del año. A continuación, se presenta la información colectada en las Figuras 11, 12, 13 y 14.

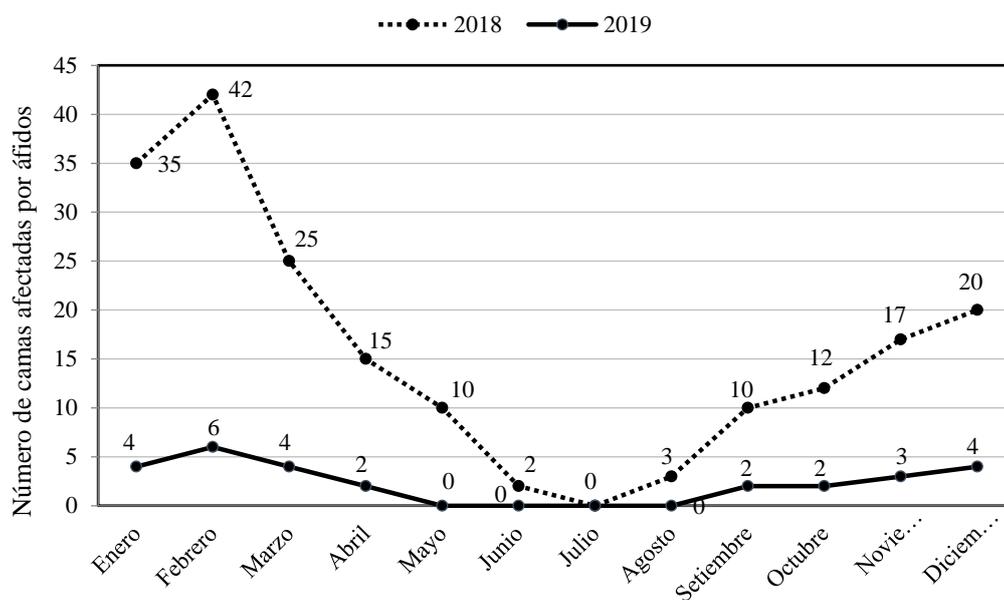


Figura 11: Número de camas atacadas por áfidos en los años 2018 y 2019.

Como resultado al programa de aplicaciones se pudo bajar la incidencia de camas atacadas por áfidos; inclusive, en los meses con mayor ataque, pasando de 42 camas atacadas en el mes de febrero del 2018 a ser 6 camas atacadas para febrero del año 2019.

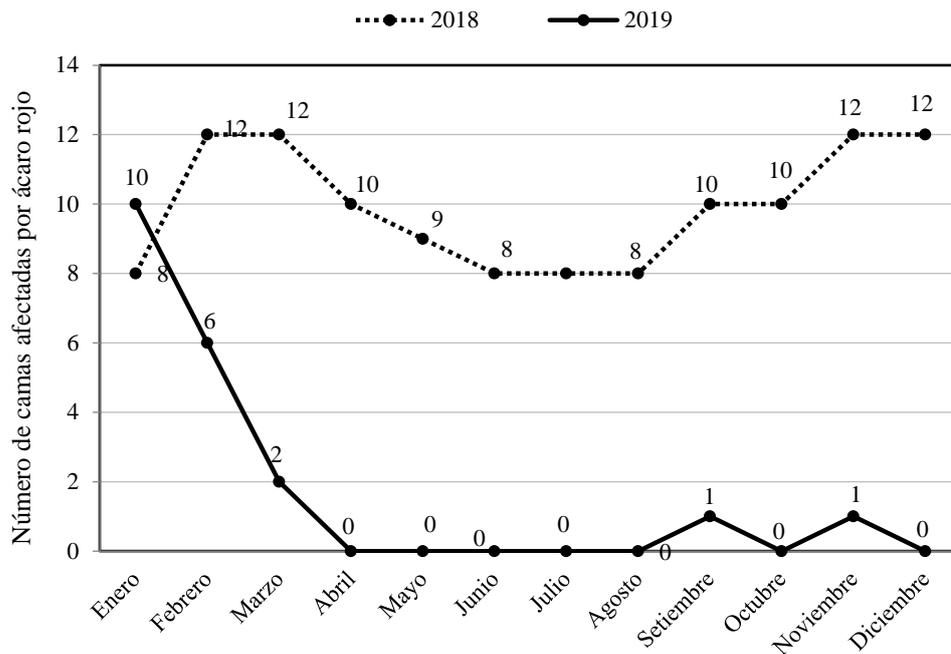
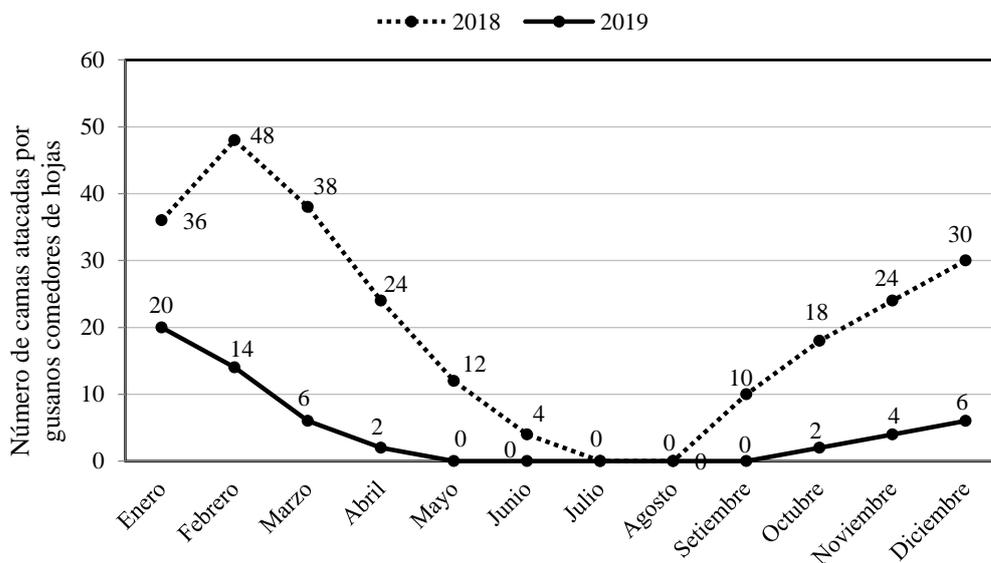


Figura 12: Incidencia del ataque por ácaro rojo expresado en número de camas atacadas para los años 2018 y 2019

En el caso del ácaro rojo se logró disminuir en gran manera una plaga que se encontraba establecida en por lo menos 8 camas del vivero a lo largo del 2018, llegando casi a desaparecer para finales del año 2019



Figura

13: Incidencia del ataque por gusanos comedores de hoja expresado en número de camas atacadas para los años 2018 y 2019

La incidencia del ataque de gusanos comedores de hoja se redujo desde 48 camas afectadas en el mes de febrero del año 2018, a 14 camas afectadas durante el mes de febrero del 2019.

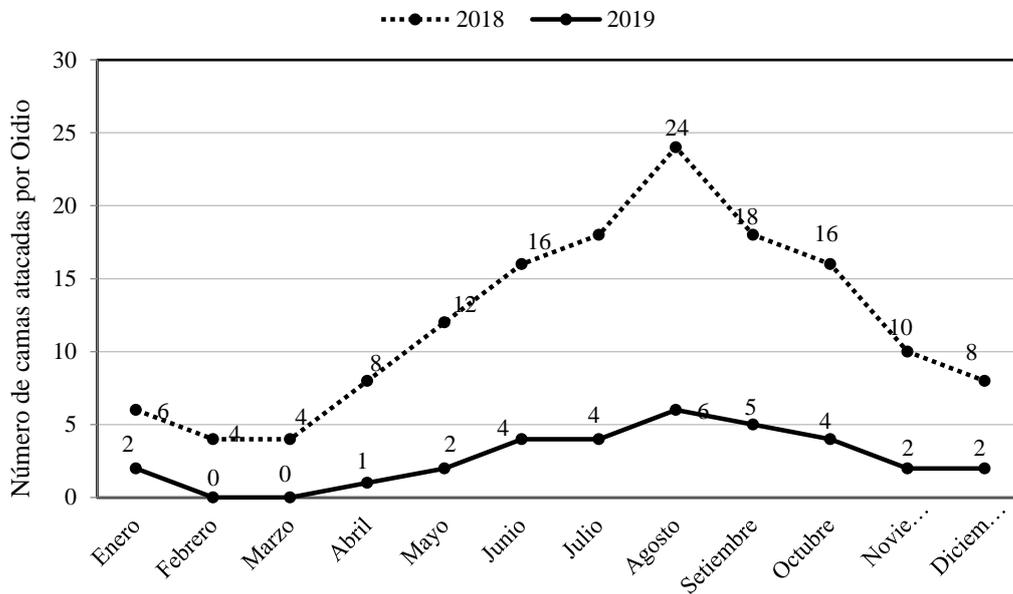


Figura 14: Incidencia del ataque Oídio expresado en número de camas atacadas para los años 2018 y 2019.

En el caso del hongo Oídio se logró disminuir la incidencia del ataque durante los meses más altos de la enfermedad, pasando de 24 camas atacadas en agosto del 2018 a 6 camas atacadas en agosto del 2019.

f. Poda de formación y clasificación de árboles:

Los resultados obtenidos se presentan a continuación en la Tabla 34:

Tabla 34: Efecto del tipo de poda en el diámetro (cm) del tallo de árboles de 1 m de altura

Nº	Nombre común	Nombre científico	Diámetro del tallo con poda excesiva (cm)	Diámetro del tallo con nuevos criterios de poda (cm)
1	Calistemo	<i>Callistemon citrinus</i> <i>Curtis.</i>	1.5	2.5
2	Jacarandá	<i>Jacaranda</i> <i>mimosifolia D. Don</i>	2	2.7
3	Leucaena	<i>Leucaena</i> <i>leucocephala (Lam.)</i> <i>de Wit.</i>	1.8	2.6
4	Meijo	<i>Hibiscus tiliaceus L.</i>	1.7	2.8
5	Mimosa	<i>Mimosa longifolia</i> <i>Andrews.</i>	1.6	2.7
6	Molle Serrano	<i>Schinus molle L.</i>	1.4	2.5
7	Molle Costeño	<i>Schinus</i> <i>terebinthifolius</i> <i>Raddi.</i>	1.4	2.5
8	Palo verde	<i>Parkinsonia aculeata</i> <i>L.</i>	1.6	2.7
9	Papelillo	<i>Koelreuteria</i> <i>paniculata Laxm.</i>	1.5	2.5
10	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i> <i>(Mol.) O. Kuntz.</i>	1.7	2.7
11	Tecoma	<i>Tecoma stans (L.)</i> <i>Juss. ex Kunth</i>	1.5	2.5
12	Tipa	<i>Tipuana tipu (Benth.)</i> <i>O. Kuntz.</i>	1.4	2.6

Como se puede observar las nuevas prácticas implementadas permitieron obtener árboles con un mayor diámetro de tallo. El mayor incremento se observó en la especie *Tipuana tipu*, que en el 2019 obtuvo un incremento de 1.2cm en el diámetro del tallo con respecto al año 2018

g. Nuevos criterios para el despacho de árboles:

Gracias a la adopción de los criterios mencionados como requisito para el despacho de árboles se pudo observar en campo una disminución en la mortandad de árboles en los primeros 3 meses de instalación en arborizaciones (etapa crítica para el establecimiento de los árboles). Los datos colectados se exponen en la Tabla 35.

Tabla 35: Porcentaje de mortandad en campo durante los 3 primeros meses de instalación

N°	Tipo de árbol	% de mortandad en campo	Diferencia en el % de mortandad
1	Sin criterio de selección	35	
2	Árboles con altura > a 1.5 m y 2.5 cm de diámetro de tallo	7	28

Como se puede observar, los árboles que eran despachados con los nuevos criterios establecidos presentaban una disminución de 28% en la mortandad en campo durante los primeros meses,

4.2 Discusiones:

-Si bien se observaron efectos positivos en el control de la población de insectos plaga con los productos usados, es necesario el probar otras combinaciones que puedan ser útiles para el control de plagas en la producción de árboles en vivero, con la finalidad de evitar la resistencia adquirida a los productos químicos.

-El hecho de que *Caesalpinia spinosa* haya experimentado el mayor aumento, un 28%, gracias a los tratamientos pre germinativos, destaca la importancia de entender las necesidades específicas de germinación para cada especie. Esto podría tener implicaciones prácticas significativas para la producción de árboles en vivero, y hay la posibilidad de aplicar estrategias similares a otras plantas con requisitos de germinación comparables.

V. CONCLUSIONES

1. Se identificó 12 especies de árboles con características morfológicas y fisiológicas adecuadas para ser utilizadas en planes de arborizaciones en la ciudad de Lima, las cuales fueron: *Callistemon citrinus* (Curtis), *Jacaranda mimosifolia* D. Don, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., *Hibiscus tiliaceus* L., *Mimosa longifolia* Andrews., *Schinus molle* L., *Schinus terebinthifolius* Raddi., *Parkinsonia aculeata* L., *Koelreuteria paniculata* Laxm., *Caesalpinia spinosa* (Mol.) O. Kuntz., *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth y *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntz.
2. Se implementó un procedimiento para la identificación y selección de plantas madre, en donde se aplicaron los siguientes criterios: elección de árboles sanos, vigorosos y que no hayan presentado algún estrés; lo cual, contribuyó a aumentar el porcentaje de germinación y la cantidad de plantines obtenidos en invernadero.
3. Las nuevas técnicas aplicadas y las mejoras en las estructuras de propagación de plantas contribuyeron a una mayor producción de plantines en el invernadero; obteniéndose en promedio un incremento del porcentaje de germinación de 15.92% y una reducción de la mortandad en 14.77%.
4. Se logró la implementación de un sistema de crecimiento y desarrollo que redujo el tiempo de permanencia de las plantas en vivero, con características biométricas deseadas según los estándares de calidad que se establecieron, los cuales fueron: altura de árbol mínimo de 1.5 m y diámetro de tallo mínimo de 2.5 cm. Así mismo, el tiempo en promedio para la obtención de árboles listos para arborizaciones se redujo a 40 días.

VI. RECOMENDACIONES

- Aplicar las técnicas de colección de semilla, propagación en invernadero y de producción de plantas forestales adquiridas en otras ciudades del país; para así lograr la implementación de viveros forestales para arborizaciones urbanas y con especies adaptadas a las condiciones ambientales de cada una de ellas.
- Hacer un estudio de especies nativas que puedan cultivarse en vivero con fines de arborizaciones urbanas.
- Estudiar o investigar aquellas especies que puedan captar una mayor cantidad de partículas contaminantes en sus hojas, ya que en las ciudades se presenta una alta contaminación del aire.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, A., Guajardo, F., & Devia, S. (2014). *Manual de Plantación de Árboles en Zonas Urbanas*. Santiago de Chile: Editorial e Imprenta Maval Ltda.
- Bautista, J. O. (2016). *Parkinsonia aculeata L. (Retama)*. Saltillo, Coahuila: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8405/K64478%20BAEZ%20BAUTISTA%20JONATAN%20OMAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bonilla, C., Pino, M., & Logroño, J. (2014). *Guía técnica de Manejo de Viveros Forestales*. Riobamba: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo.
- Buamscha, G., Contardi, L., Dumroese, K., Enricci, J., & Escobar, R. (2012). *PRODUCCIÓN DE PLANTAS EN VIVEROS FORESTALES*. Buenos Aires: Consejo Federal de Investigaciones.
- Choque, L. A. (2016). *EVALUACIÓN GERMINATIVA DEL JACARANDA (Jacaranda mimosifolia D. Don) BAJO EFECTO DE TRES NIVELES DE SOMBRA Y DOS DENSIDADES DE SIEMBRA*. LA PAZ: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES. Obtenido de Repositorio de la Universidad Mayor de San andres: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10390/T-2330.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CONAFOR. (2017). *Tecoma stans - Ficha informativa*. Obtenido de SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN FORESTAL: <https://www.cnf.gob.mx:8443/snif/portal/libraries/phpsnif/usuarios/UsosPDF.php?especieURL=Tecomastans>
- Del Amo, S., Vergara, M. d., Ramos, J. M., & Sainz, C. (2002). *Germinación y manejo de especies forestales trpicales*. México DF: CONAFOR.

- Dirección General Parlamentaria. (29 de Marzo de 2019). *Carpeta Georeferencial del Departamenteo de Lima*. Obtenido de Congreso del Perú: <https://www.congreso.gob.pe/Docs/DGP/GestionInformacionEstadistica/files/i-15-lima.pdf>
- Dostert, N., Roque, J., Brokamp, G., Cano, A., Torre, M. L., & Weigland, M. (2009). *Datos botánicos de Tara*. Lima: Perú Biodiverso. Obtenido de Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/43178818_Factsheet_datos_botanicos_de_Tara_Caesalpinia_spinosa_Molina_Kuntze
- Flores, C. S. (2016). *Entomofauna asociada a Talipariti tiliacium (L.) Frixel en San Pedro de las Colonias y Francisco I. Madero, Coahuila*. Torreon, Coahuila.: Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8324/CECILIA%20ALAZAR%20FLORES.pdf?sequence=1>
- Garbanzo, M., & Coto, Á. (2017). *Manual de establecimiento y manejo de un vivero de aguacate*. San José, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.
- INEI. (Agosto de 2018). *Perú: Perfil socio demográfico - Informe Nacional, Censos Nacionales 2017*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística e Informática: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/
- Jimenez Periz, F. J. (1993). Viveros Forestales para producción de planta a pie de repoblación. *Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación - España*, 35.
- León Morales, T. V. (2006). *Árboles Ornamentales en el Valle de Alburra*. Medellín: Multigráficas Ltda.
- MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILLA EL SALVADOR. (Enero de 2019). *Municipalidad distrital de Villa el Salvador*. Obtenido de <https://www.munives.gob.pe/distrito.php>
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (Diciembre de 2019). *REGLAMENTO DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DE LA MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA*. Obtenido de <http://www.transparencia.munlima.gob.pe/images/descargas/gobierno-abierto/transparencia/mml/planeamiento-y-organizacion/planeamiento-organizacion/ROF-MML-MOD-ORD-2208-del-20-12-19.pdf>
- Napoleón, J., & Cruz, M. A. (2005). *Guía técnica de semillas y viveros frutales*. El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería del Salvador.
- Oliva, M., Vacalla, F., Deidi, P., & Tucto, A. (2014). *Recolección de semillas de especies forestales nativas: Experiencias en Molinopampa, Amazonas - Perú*. Chachapoyas: SERFOR.
- Röbbel, N. (s.f.). *Los espacios verdes: un recurso indispensable para lograr una salud sostenible en las zonas urbanas*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/chronicle/article/los-espacios-verdes-un-recurso-indispensable-para-lograr-una-salud-sostenible-en-las-zonas-urbanas>

- SENAMHI. (2021). *Climas del Perú - mapa de clasificación climática Nacional*. Lima: RED ACTIVA SOLUCIONES GRAFICAS S.A.C.
- SERPAR LIMA. (Mayo de 2019). *DIRECTIVA 001-2019 DISPOSICIONES PARA EL PROGRAMA DE ARBORIZACIÓN URBANA "ARBOLES PARA LIMA"*.
- SERPAR-LIMA. (Diciembre de 2012). *ARBOLES DE LIMA*. Obtenido de Periferia.pe: https://periferia.pe/assets/uploads/2020/06/Libro-Arboles-de-Lima_compressed.pdf
- SINEACE. (1 de AGOSTO de 2017). *CARACTERIZACIÓN DE LIMA METROPOLITANA*. Obtenido de <https://www.sineace.gob.pe/wp-content/uploads/2017/08/PERFIL-LIMA-METROPOLITANA.pdf>
- Villacorta, S., Núñez, S., Tatard, L., Pari, W., & Fidel, L. (2015). *Peligros geológicos en el área de Lima metropolitana y Región Callao*. Lima: INGEMMET.
- Zarate, S. (1987). *Leucaena leucocephala, ficha informativa*. Recuperado el 17 de Octubre de 2021, de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/44-legum26m.pdf

VI. ANEXOS

Anexo 01: Imagen de la evidencia de daño por gusanos comedores de hoja en plantas en crecimiento de la especie *Tecoma stans*.



Anexo 02: Imagen de la zona de almacén de herramientas del vivero Huáscar.



Anexo 03: Imagen de la zona de depósito de insumos orgánicos del vivero Huáscar.

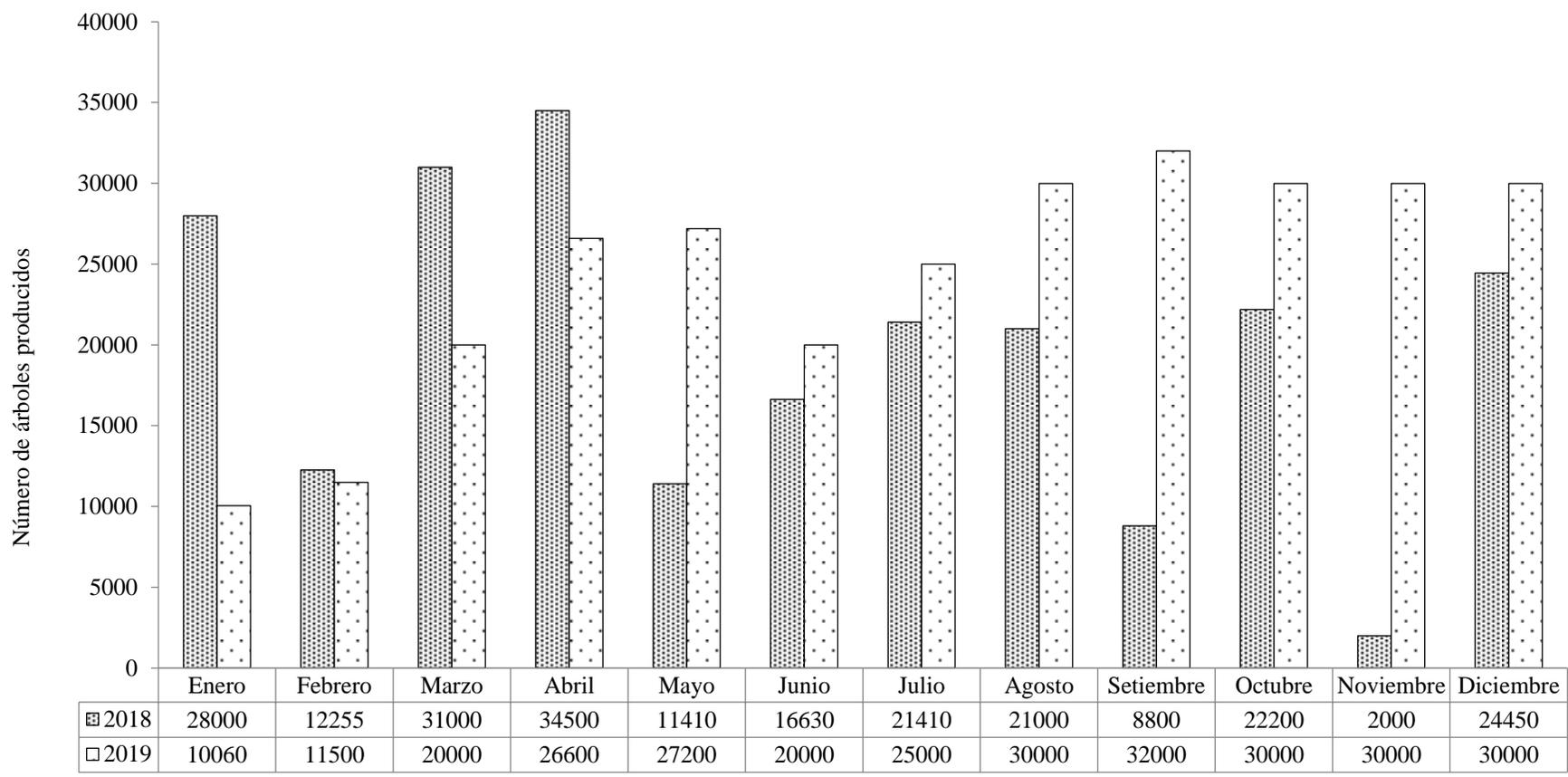


Anexo 04: Tabla de comparación entre la producción mensual de árboles en vivero

Huáscar entre los años 2018 y 2019

N°	Mes	2018	2019	Diferencia (2019-2018)
1	Enero	28000	10060	-17940
2	Febrero	12255	11500	-755
3	Marzo	31000	20000	-11000
4	Abril	34500	26600	-7900
5	Mayo	11410	27200	15790
6	Junio	16630	20000	3370
7	Julio	21410	25000	3590
8	Agosto	21000	30000	9000
9	Setiembre	8800	32000	23200
10	Octubre	22200	30000	7800
11	Noviembre	2000	30000	28000
12	Diciembre	24450	30000	5550
Total anual		233655	292360	58705

Anexo 05: Comparación de la producción mensual de árboles en el vivero Huáscar entre los años 2018 y 2019



Anexo 06: Imagen del informe de producción mensual del vivero Huáscar, correspondiente al mes de abril del 2018

SERPAR SERVICIO DE PARQUES DE LIMA

INFORME N° -2018 / CMC

PARA : ALEJANDRA UGOLINI SÁNCHEZ
Coordinadora de Viveros

DE : CRISANTO MEZA CRUZ
Capataz de vivero Huáscar

ASUNTO : ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL MES DE ABRIL, 2018.

FECHA : Lima, 25 de ABRIL del 2018

De acuerdo con los servicios requeridos por la Gerencia de Áreas Verdes, tengo a bien hacer de su conocimiento las actividades de producción realizadas por el suscrito durante el mes de ABRIL :

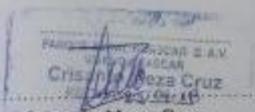
1) VIVERO HUÁSCAR

- o Se realizó el repique de:

ESPECIE	CANTIDAD	ESPECIE	CANTIDAD
FRESNO	4500		
Tecoma	30000		
TOTAL	34500	TOTAL	

Es cuanto informo a usted, para efectos de la conformidad del servicio prestado.

Atentamente,



Crisanto Meza Cruz
Capataz de vivero Huáscar
Parque Zonal Huáscar

AUS