



BOTÁNICA

CUADERNO DE
INVESTIGACIÓN

9



MUNICIPALIDAD DE
LIMA

Patronato Parque de las Leyendas

Felipe Benavides Barreda

Gerente General

Juan Carlos Ampuero Trabucco

Gerente de Operaciones y Seguridad

Lizette Bermúdez Larrazábal

Subgerente de Botánica

Carlos Tejada Vera

Equipo de Trabajo

Carlos Tejada Vera

Carmen Pilar Martínez Gómez

Jackelyn Rivera Valle

Louisa Josefina Henke

Geyser Mendoza Saucedo

Natalia Pinedo

Primera edición: Lima, noviembre del 2019
Cuaderno de investigación de la Subgerencia de Botánica N° 9
Parque de las Leyendas
Lima, Perú

Parque de las Leyendas

www.leyendas.gob.pe/botanica
Av. Parque de las leyendas 580, 584, 586 - San Miguel

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2018

Diseño y diagramación: Diana Patrón Miñán

Edición: Carlos Tejada Vera y Carmen Pilar Martínez Gómez

Fotografía: Carmen Pilar Martínez Gómez



Presentación

Este noveno cuaderno de investigación del Jardín Botánico del Parque de las Leyendas de la Sub gerencia de Botánica, significa un gran logro en la tarea de superar y cumplir con nuestros objetivos que se enmarcan en la conservación de la flora y a su vez, contribuye a difundir a la comunidad científica, las investigaciones realizada por nuestro equipo de investigadores conformado por profesionales y practicantes de la subgerencia de botánica.

Convencidos de que este noveno número, afianzara nuestro compromiso en las áreas de conservación y educación, nos queda agradecer a todo el equipo de la sub gerencia de botánica y sus colaboradores.

Subgerencia de Botánica

Patronato del Parque de las Leyendas Felipe Benavides Barreda

Sumario

ENSAYO SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE LAS ESPECIES <i>MELOCACTUS PERUVIANUS</i> VAUPEL Y <i>ESPOSTOA MELANOSTELE</i> (VAUPEL) BORG.	11
<i>Autora: Louisa Josefina Henke</i>	
INVENTARIO DEL ARBOLADO URBANO DEL PARQUE DE LAS LEYENDAS – FELIPE BENAVIDES BARREDA	23
<i>Autores: Jackelyn Rivera Valle, Carmen Martínez Gómez, Geysler Mendoza Saucedo y Natalia Pinedo</i>	
ACLIMATACION Y ADAPTACIÓN DE ESPECIES TROPICALES NATIVAS EN EL JARDÍN BOTÁNICO DEL PARQUE DE LAS LEYENDAS RESULTADOS PRELIMINARES	37
<i>Autora: Carmen Pilar Martínez Gómez</i>	
VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS VERDES EN EL PARQUE DE LAS LEYENDAS – FELIPE BENAVIDES BARREDA	47
<i>Autora: Jackelyn Rivera Valle</i>	

ENSAYO SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE LAS ESPECIES *MELOCACTUS PERUVIANUS* VAUPEL Y *ESPOSTOA MELANOSTELE* (VAUPEL) BORG.

Autora: Louisa Josefina Henke

RESUMEN

Con motivo del programa de propagación de cactus nativo iniciado el año 2014, la subgerencia de Botánica del Parque de Las Leyendas en Lima, Perú viene desarrollando investigaciones sobre la germinación de cactus nativos y endémicos. Este experimento se llevó a cabo durante los meses abril y mayo del año 2019. El objetivo del presente estudio fue la evaluación de la germinación de las especies *Melocactus peruvianus* Vaupel y *Espostoa melanostele* (Vaupel) Borg. El estudio consistió en realizar cinco (05) ensayos en tratamientos diferentes con la finalidad de mejorar el proceso de germinación.

Los resultados demostraron que la tasa de germinación de *Espostoa melanostele* (Vaupel) Borg es alta en comparación con *Melocactus peruvianus* Vaupel y además no se encontraron diferencias significativas respecto a los tratamientos. Sin embargo, aun así en el caso de *Melocactus peruvianus* Vaupel germinó mejor en los tratamientos a temperatura baja e inmersión en agua en comparación con el grupo sin tratamiento. Las semillas de *Espostoa melanostele* (Vaupel) Borg germinaron más rápido en todos los tratamientos aplicados, siendo en los tratamientos a baja temperatura e inmersión en ácido cítrico los que dieron mejores resultados en comparación con aquellas que tuvieron el tratamiento de escarificación.

INTRODUCCIÓN

En los ecosistemas áridos a lo largo de los diferentes valles de Lima las cactáceas columnares se presentan como una de las formaciones vegetales dominantes y sus especies juegan un rol vital en el flujo de energía y en la cadena trófica de una serie de organismos (Ceroni & Castro, 2006). La expansión urbana y la contaminación ambiental amenazan este ecosistema y destruyen el hábitat natural de las cactáceas en Lima.

Dentro de ese contexto la subgerencia de Botánica del Parque de Las Leyendas conserva especies de cactus en el jardín botánico y en el Cactarium de Lima y también mediante el programa de propagación de cactus nativo iniciado el año 2014. Las especies de interés de esta investigación son cactáceas nativas y endémicas de Perú. Por ende, es de interés conocer sobre su proceso de germinación para así, de este modo, contribuir con la conservación de estas especies.

Por lo general las semillas de las plantas tienen un tiempo en las que son incapaces de germinar debido a factores inhibidores, aún si son puestas en un ambiente idóneo no logran germinar, esta habilidad se llama dormancia y es una estrategia de protección al nuevo individuo a germinar durante un periodo difícil de supervivencia. En general cada especie tiene un tiempo de dormancia distinto, además, el proceso en el que finaliza la dormancia e inicia la germinación es controlado por factores ambientales, como cambios de clima y temperatura, o empieza cuando la testa de las semillas se rompe (Reece, J., et al., 2011).

El presente artículo tiene como objetivo realizar investigación sobre la germinación en *Melocactus peruvianus* Vaupel y *Espostoa melanostele* (Vaupel) Borg., mediante la comparación germinativa en cinco (05) tratamientos, preguntándonos si existe posibilidades de activar la germinación y mejorar el proceso de germinación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó en el Laboratorio de la subgerencia de Botánica del Parque de las Leyendas en Lima. Los frutos fueron colectados en el Cactarium de Lima y en el cactarium del Jardín Botánico ambos ubicados dentro de las instalaciones del Parque de las Leyendas.

Especies de estudio

Melocactus peruvianus Vaupel

Planta depresa-globosa a piramidal, 20 x 20 cm., verde oscuro, costillas 8 a 16, areolas 8 mm, espinas 6 a 16, rojo-marrón a negras, centrales 0 a 4,6 cm., radiales 6 a 14, cefalio pequeño, ocasionalmente 20 x 8 cm.

Flores: magenta, 23 x 10 mm

Frutos: rojos, apicales, 16 a 25 x 3.5 a 8 mm.

Semillas: 0.95 a 1.1 x 0.7 a 0.95 mm.

Categorización: Vulnerable (VU B1a C2b) (Ostolaza, 2014).

Espostoa melanostele (Vaupel) Borg.

Planta arbustiva, ramificación basal, 2 m de alto, ramas 10 cm. de diámetro, costillas 18 a 25, areolas no floríferas numerosas y juntas con pelos blancos, densos, 1 cm. de largo cubriendo los tallos, espinas amarillas, centrales 1 a 3, 4 a 10 cm. de largo, radiales 40 a 50, 0.5 a 1 cm. de largo, cefalio blanco, amarillo o marrón, 50 a 70 cm. de largo, cubriendo 8 costillas.

Flores: acampanadas, blancas, 5 a 6 cm. de largo y diámetro.

Frutos: redondeados, 5 cm. de largo y diámetro, blancos verdosos a rosados, semillas negras, brillantes.

Categorización: Casi Amenazados (NT) (Ostolaza, 2014).

Colecta de semillas

Se colectaron frutos maduros y frutos secos de un ejemplar adulto de *Melocactus peruvianus* Vaupel, ubicado en el Cactarium de Lima del Parque de las Leyendas. Para el caso de *Espostoa melanostele* (Vaupel) Borg., se colectó un fruto maduro caído al pie del ejemplar adulto del cactarium del Jardín Botánico. Las colectas fueron realizadas durante la mañana.

Ensayos de germinación

Procedimiento

Para la extracción de las semillas de *Melocactus peruvianus* Vaupel, los frutos fueron abiertas y las semillas retiradas cuidadosamente con los dedos y puestos a secar sobre papel blanco. Para obtener las semillas de *Espostoa melanostele* (Vaupel) Borg, la fruta se abrió y la pulpa se introdujo en un vaso con agua, las semillas fueron separadas de la pulpa con los dedos, dejándose reposar para que se asienten las semillas, se drenó el agua y las semillas se colocaron sobre papel blanco para su secado. Todas las semillas fueron secadas durante 48 horas.

Paralelamente se prepararon placas petri de vidrio, las cuales fueron previamente desinfectadas y preparadas con papel filtro con sus rotulados respectivo con datos de tratamientos, fecha y otros.

Tratamientos

Los tratamientos aplicados se registran en la tabla 1.

Tabla 1

GRUPO	TRATAMIENTO	TIEMPO
1	Inmersión en agua	24 horas
2	Inmersión en ácido	25 minutos
3	Escarificación a temperatura baja	7 días
4	Escarificación física con papel de lija	-
5	Sin tratamiento (control)	-

Para cada tratamiento se prepararon tres (03) placas petri por cada especie. Para el caso de *Melocactus peruvianus* Vaupel se prepararon dos (02) placas petri para semillas de frutos secos mientras que la tercera placa petri fue para semillas de frutas maduras. En cada placa petri se usaron 30 semillas por cada tratamiento.

Las semillas del grupo 1 fueron remojados en agua durante 24 horas y después colocadas en placas petri con papel filtro húmedo para la prueba de germinación.

Las semillas del grupo 2 fueron remojados en ácido cítrico durante 25 minutos y después colocados en las placas Petri con papel filtro húmedo para la prueba de germinación.

Las semillas del grupo 3 fueron colocados en placas petri en papel filtro seco, las placas petris se mantuvieron en el refrigerador a una temperatura de 3 °C durante siete días.

Las semillas del grupo 4, la testa de las semillas fueron escarificadas con papel lija, en este caso las semillas fueron colocadas entre láminas de papel de lija y restregadas con mucho cuidado para evitar que el interior de la semilla no se afectada y después colocadas en las placas petri con papel filtro húmedo para la prueba de germinación.

Las semillas del grupo 5, no fueron sometidos a ningún tratamiento, siendo por ello el control; para ello, se colocaron las semillas en placas petri preparadas con papel filtro húmedo.

Las placas petris con las semillas tratadas fueron debidamente rotuladas y colocadas en la caja germinadora donde recibieron luz natural y a una temperatura de 21 – 24 °C.

Análisis estadístico

Las observaciones de germinación se efectuaron todos los días durante 30 días consecutivos, para ello se contaron y registraron el número de semillas que germinaba cada día, es decir desde que emergía la radícula del embrión. Los datos registrados fueron: inicio de germinación, tiempo necesario de germinación para obtener el 50% semillas germinadas y la totalidad de las semillas germinadas cuando se acabó el periodo de observación de germinación. Los análisis y diagramas se hicieron con la ayuda del programa RStudio, así como las funciones de los paquetes “RESHAPE2” y “DPLYR”, las pruebas de Tukey y Anova fueron usadas del paquete “MULTCOMP” y el paquete “GGPLOT2” proporcionó los gráficos y diagramas box plot.



De izquierda a derecha: Fotos de *Melocactus peruvianus* Vaupel.

Foto 1: Ejemplar adulto con frutos. Foto 2: Fruto maduro. Foto 3: Fruto seco. Foto 4: semillas en proceso de secado al medio ambiente sobre papel, durante 48 horas.



De izquierda a derecha: Fotos de *Espostoa melanostele* (Vaupel) Borg

Foto 5: Ejemplar adulto con frutos. Foto 6: Fruto maduro. Foto 7: Lavado de las semillas con agua. Foto 8: Semillas en proceso de secado sobre papel durante 48 horas.



Foto 9: placa Petri con semillas. Foto 10: cámara germinadora con todas las placas Petri a luz natural a una temperatura de 21 – 24 °C.

RESULTADOS

Proceso de la germinación

A sexto día, las primeras semillas de ambas especies germinaron. Primeramente, se abrieron las testas de las semillas y seguidamente emergió la radícula del embrión, seguidamente a los dos días las raíces crecieron favorablemente y el hipocótilo empezó a crecer.



Foto 11: La cáscara de la semilla en la esquina superior derecha se abre mientras las otras semillas todavía no han empezado la germinación. **Foto 12:** La radícula emergiendo del embrión. **Foto 13:** Raíces y el hipocótilo son distinguibles. **Foto 14:** El hipocótilo creciendo.

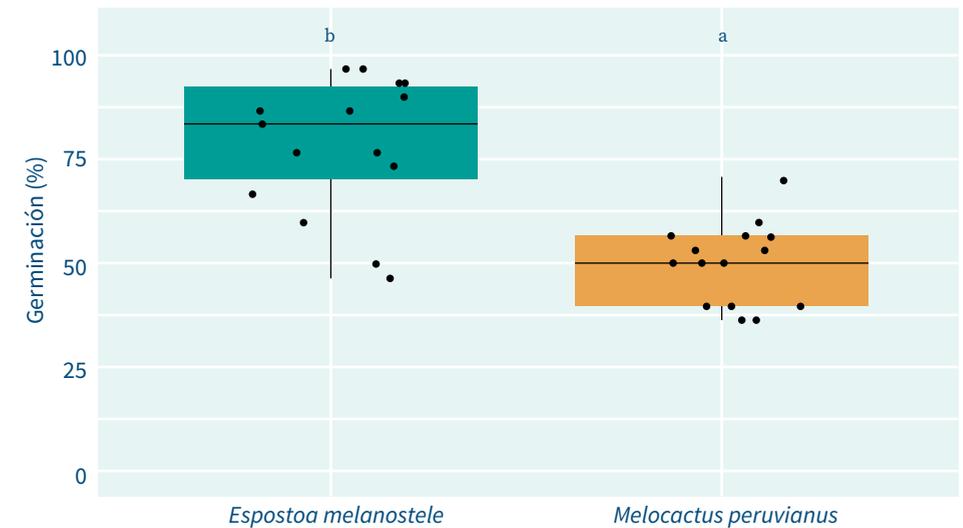
Comparación de la germinación de semillas de las dos especies

Espostoa melanostele (Vaupel) Borg resulto con una germinación significativamente alta y con mayor rapidez en comparación con *Melocactus peruvianus* Vaupel. Ver tabla 2, gráfico 1.

Tabla 2: Número de semillas germinadas en días de control y número total de semillas germinadas por cada especie independientemente de los tratamientos.

DÍA	<i>Melocactus peruvianus</i> Vaupel	<i>Espostoa melanostele</i> (Vaupel) Borg
6	2	27
7	11	153
14	119	338
21	184	348
30	225	353
TOTAL	450	450

Gráfico 1: Diagrama de box plot de la germinación total en porcentaje por cada especie, los puntos negros representan las placas individuales, las letras de la parte superior de las cajas representan los grupos de la prueba de tukey.



El gráfico 2 se muestra una vista completa de los resultados, es así que después de cinco días, se observa que la tasa de germinación de *Espostoa melanostele* (Vaupel) Borg se incrementa rápidamente hasta el décimo día, luego la tasa de germinación se mantiene en un valor casi constante. Por el contrario, la curva de *Melocactus peruvianus* Vaupel sube lentamente y de manera uniforme desde el sexto día, y hasta el último día de la observación no se llegó a un valor constante de germinación. Ver gráfico 2.

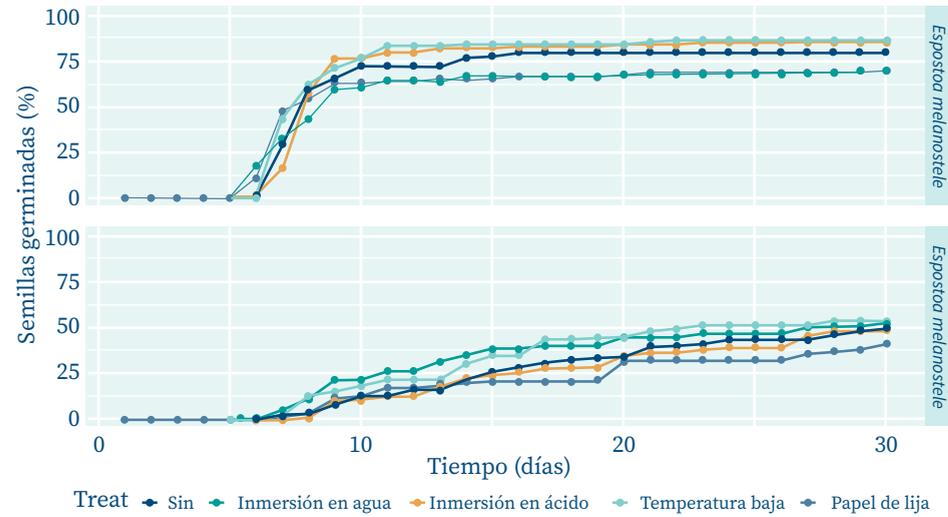
Después de noveno día aproximadamente, más del 50 % de las semillas de *Espostoa melanostele* (Vaupel) Borg germinaron mientras que *Melocactus peruvianus* Vaupel llegó a una germinación media de 50 % hasta el último día de la observación.

La totalidad de las semillas germinadas de *Melocactus peruvianus* Vaupel fue 225 y de *Espostoa melanostele* (Vaupel) Borg fue de 353, en porcentaje 50,00 % de *Melocactus peruvianus* Vaupel y 78,44 % de *Espostoa melanostele* (Vaupel) Borg.

Comparación de la germinación con tratamientos

La mayoría de las semillas de *Melocactus peruvianus* Vaupel germinaron mejor en los tratamientos de inmersión en agua y temperatura baja en comparación con el control y demás tratamientos. Por otro lado, la mayoría de las semillas de *Espostoa melanostele* (Vaupel) Borg germinaron mejor después de los tratamientos de inmersión en ácido y temperatura baja. Ver gráfico 2.

Gráfico 2: Porcentaje promedio de semillas germinadas por cada día de observación: se distinguen los resultados de los tratamientos.



El tiempo para alcanzar un porcentaje específico de germinación no difiere mucho entre los tratamientos para ambas especies. Ver tabla 3.

Tabla 3: Tiempo [días] más de 25%, 50% y 70% de las semillas han germinado dependiente de las especies y tratamientos.

ESPECIES	TRATAMIENTO	> 25% [días]	> 50% [días]	> 75% [días]
<i>Melocactus peruvianus</i> Vaupel	Inmersión en agua	11	27	-
	Inmersión en ácido	16	-	-
	Temperatura baja	14	22	-
	papel de lija	20	-	-
	Sin tratamiento	15	30	-
<i>Espostoa melanosteles</i> (Vaupel) Borg.	Inmersión en agua	7	9	-
	Inmersión en ácido	-	8	9
	Temperatura baja	7	8	10
	Escarificado (papel de lija)	7	8	-
	Sin tratamiento	7	8	14

Basado en el gráfico 2, se eligieron los días que tienen la mayor variabilidad entre los tratamientos por cada especie para hacer pruebas de significancia (para *Melocactus peruvianus* Vaupel: días 9, 19; y para *Espostoa melanosteles* (Vaupel) Borg: días 7, 14). Los tratamientos tuvieron poca influencia en la germinación de las semillas. No se encontraron diferencias significativas en la germinación de semillas de *Espostoa melanosteles* (Vaupel) Borg. Ver gráfico 3.

Sin embargo, para el caso de *Melocactus peruvianus* Vaupel en el día 19, el número de las semillas germinadas difiere significativamente, la germinación de las semillas tratadas en inmersión en agua y temperatura baja, resultado ser mayor en comparación con el grupo de semillas tratadas por escarificación; en contraste el día 21, la diferencia en la tasa de germinación desapareció en los tipos de tratamiento. Ver gráfico 4.

Gráfico 3: Diagrama de caja para la germinación de *Espostoa melanosteles* (Vaupel) Borg en porcentaje después de 7 y 14 días, las letras de la parte superior del box plot representan los grupos de la prueba de tukey.

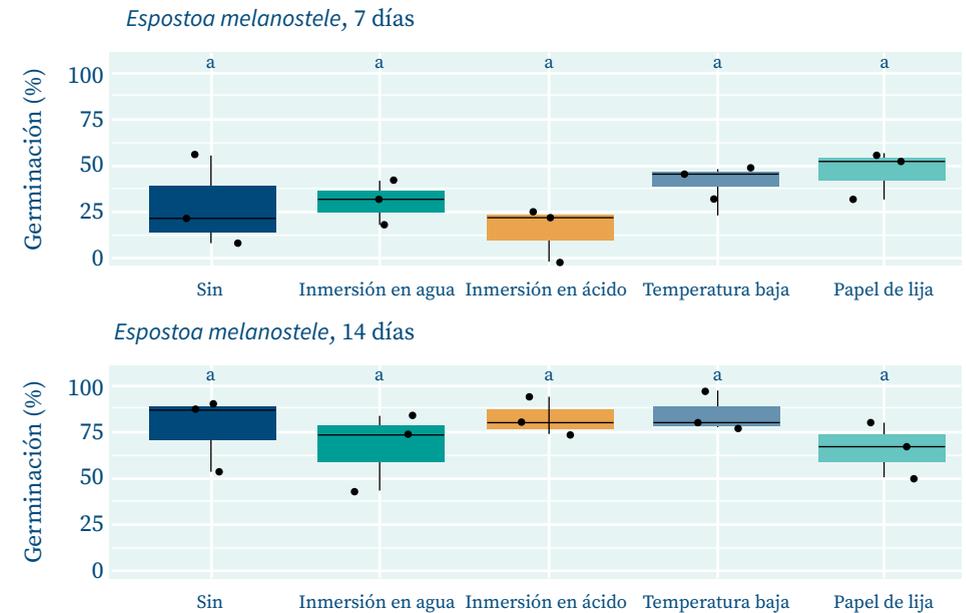
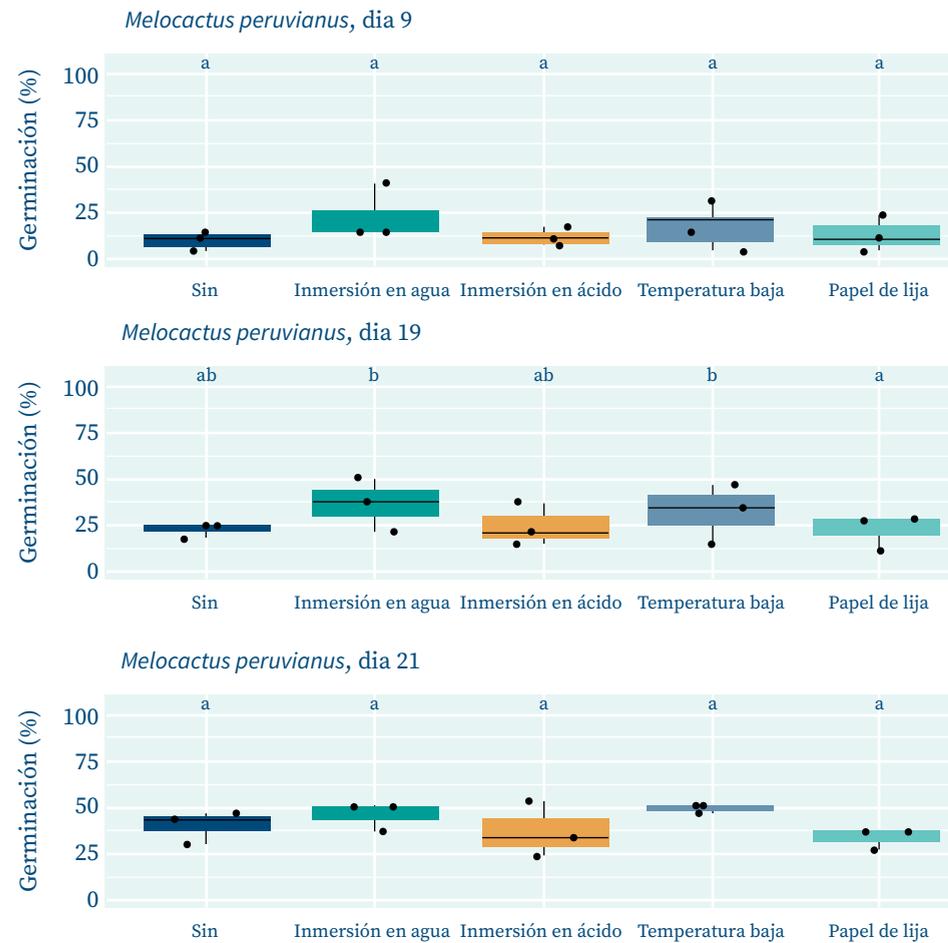


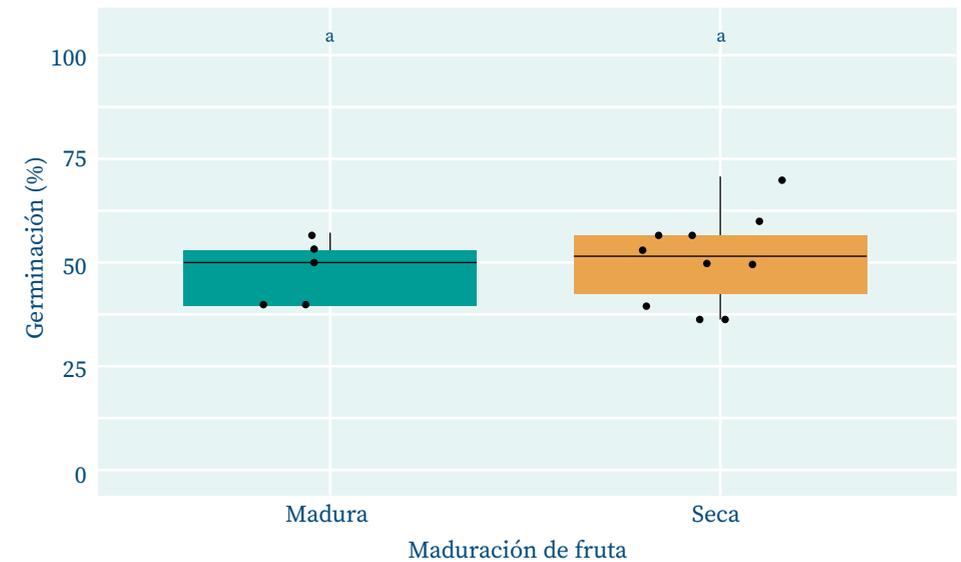
Gráfico 4: Diagrama de caja para la germinación de *Melocactus peruvianus* Vaupel en porcentaje después de 9, 19 y 21 días, las letras de la parte superior de box plot representan los grupos de la prueba de tukey.



La germinación de semillas depende de la maduración del fruto de *Melocactus peruvianus* Vaupel.

Debido a que no se encontró suficientes frutos de *Melocactus peruvianus* Vaupel del mismo estado de maduración, los frutos maduros y secos fueron usados para el experimento. El análisis no mostró diferencias significativas en la germinación de las semillas de los frutos con diferente estado de maduración. Ver gráfico 5. Lo que resulta que el factor “tipo de maduración” no tiene influencia en los resultados y de ahí que sea descartado.

Gráfico 5: Diagrama de caja para la germinación en porcentaje dependiente de la maduración de los frutos, los puntos negros representan las placas individuales, las letras de la parte superior de las cajas representan los grupos de la prueba de tukey.



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La totalidad de las semillas germinadas de *Espostoa melanostele* (Vaupel) Borg. fue en porcentaje 78,44% y en caso de *Melocactus peruvianus* Vaupel 50,00%. *Melocactus peruvianus* Vaupel tiene una tasa de germinación mucho menor comparado con *Espostoa melanostele* (Vaupel) Borg.

De acuerdo a los resultados se concluye que *Espostoa melanostele* (Vaupel) Borg. es una especie que tiene una menor dormancia, debido a que las tasas de germinación de todos los tratamientos incluido del grupo de control fueron altas; los tratamientos tuvieron un impacto menor en la germinación de esta especie.

La curva de la tasa de germinación de *Melocactus peruvianus* Vaupel presenta un comportamiento muy diferente a lo esperado. Las semillas germinaron en diferentes momentos y no se ve evidencia un tiempo determinado en donde la mayoría de las semillas germinen como sucede en el caso de *Espostoa*.

El tratamiento de escarificación (papel de lija) fue el menos efectivo para estimular la germinación, la baja efectividad resultado del tratamiento por escarificación pudiera estar relacionado con la manipulación de las semillas, ya que no se podría descartar que el embrión haya sido dañado en el proceso.

La especie *Espostoa melanostele* (Vaupel) Borg respondió mejor al tratamiento de inmersión en ácido cítrico, mientras que la especie *Melocactus peruvianus* Vaupel germinó mejor en el tratamiento de inmersión en agua, sin embargo, las dos especies respondieron mejor al tratamiento de inmersión en agua.

En el tratamiento con temperatura baja ambas especies respondieron mejor en comparación a los otros tratamientos, esto pudiera ser una opción para posteriores estudios donde se tratarían a diferentes condiciones de temperatura antes y durante la fase de la germinación para su estimulación.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Ceroni, A., Calderón, N. & Cepero, V. (2006). Taxonomía, ecología y conservación ex situ de las cactáceas de Lima. Zonas áridas No. 10: 115 – 128.
- Ostoloza, C. (2014). Todos los Cactus del Perú. Lima. Perú: Melocactus Peruvianus Vaupel: 240pp.
- Ostoloza, C. (2014). Todos los Cactus del Perú. Lima. Perú: Espostoa Lanata (Kunth) Britton & Rose: 280pp.
- Reece, J., Urry, L. & Cain., M. (2011). Campbell Biology.: Seed Dormancy: An Adaptation for Tough Times. United States of America (pp. 808 – 809)

INVENTARIO DEL ARBOLADO URBANO DEL PARQUE DE LAS LEYENDAS – FELIPE BENAVIDES BARREDA-PATPAL

Autores: Jackelyn Rivera Valle, Carmen Martínez Gómez, Geysler Mendoza Saucedo y Natalia Pinedo

RESUMEN

El Parque de las Leyendas fue creado con el objetivo de conservar, educar, investigar y ofrecer ambientes que permitan a los visitantes disfrutar de un espacio recreacional y cultural, por ello viene realizando diversas actividades para la optimización del mantenimiento del arbolado urbano presente en su extensión. Asimismo cabe resaltar la existencia de un espacio de conservación denominado Jardín Botánico, en el que se albergan gran diversidad de especies de árboles, los cuales son en su mayoría son exóticas y representan un pulmón para la ciudad de Lima. La necesidad de lograr una adecuada gestión del arbolado urbano para mantener en buen estado el componente forestal en la institución nos ha llevado a realizar el Inventario del Arbolado Urbano del Parque de las Leyendas, el cual fue realizado con el objetivo mostrar el estado actual del sistema arbóreo a través de la sistematización de la identificación, georreferenciación y estado actual de cada uno de los árboles, lo que nos permitirá generar lineamientos y consideraciones sobre el manejo y cuidado del sistema forestal. Los resultados obtenidos a consecuencia de este estudio nos proporcionarán la base para proyectar las futuras actividades de manejo del arbolado, tales como: podas, raleos, fertilización y control fito-sanitario; las que aportan a mejorar la gestión del arbolado y fue realizado mediante el uso de herramientas técnicas que respondan a situaciones concretas para el correcto manejo de este patrimonio.

Palabra clave: Inventario forestal, Arbolado urbano, Manejo del arbolado, Gestión del arbolado, Parque de las Leyendas

INTRODUCCIÓN

La creciente importancia de los valores ambientales en las ciudades conlleva el reto de que los municipios e instituciones transmitan a los vecinos y visitantes, que sus espacios urbanos se conciben de manera armónica con tan privilegiado entorno natural. En este sentido, las acciones destinadas a la mejora del patrimonio arbóreo de la ciudad son de enorme ayuda, debido a la empatía que despierta entre los ciudadanos el que sean realizadas gracias a la demostrada asociación que los seres humanos establecemos entre árboles, bienestar y conservación ambiental.

El Parque de las Leyendas, fue creado con el objetivo de conservar, educar, investigar y ofrecer ambientes que permitan a los visitantes disfrutar de un espacio recreacional y cultural,

por ello viene realizando diversas actividades para el mantenimiento de las grandes extensiones de áreas verdes. Asimismo cabe mencionar la existencia de un espacio de conservación denominado Jardín Botánico, en el que se albergan gran diversidad de especies de plantas, las cuales son en su mayoría exóticas y logra representar un pulmón para la ciudad de Lima, por su densidad arbórea.

Las necesidades de lograr una adecuada gestión del Arbolado Urbano para mantener en buen estado el componente forestal en el Parque de las Leyendas, nos ha llevado a realizar el Inventario del Arbolado Urbano, el cual fue realizado mediante el uso de herramientas técnicas que respondan a situaciones concretas para el correcto manejo de este patrimonio. Esto se logrará en base a los datos obtenidos, que ayuden a proyectar las futuras actividades de manejo del arbolado, tales como: podas, raleos, fertilización y control fito-sanitario; las que aportan a mejorar la gestión del arbolado.

El presente documento tiene como objetivo mostrar el estado actual del sistema arbóreo del Parque de las Leyendas, a través de la sistematización de la identificación, georreferenciación y estado actual de cada uno de los árboles en las extensiones de la institución, lo que nos ayudará a generar lineamientos y consideraciones en el manejo y cuidado de las áreas verdes.

Con el propósito identificar y reducir la caída de árboles en el Patronato del Parque de las Leyendas, se ha diseñado una metodología basada en el uso de tres métodos no destructivos para evaluar árboles forestales con riesgo de caída. Para ello se cuantificó el peligro que presentan, se identificó las causas principales del deterioro estructural de dichos árboles, y se reconocieron los agentes causales y contribuyentes del deterioro.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en el Parque de las Leyendas – Felipe Benavides Barreda, el cual se encuentra ubicado en el Distrito de San Miguel en la ciudad de Lima a 12°03'23" de latitud sur, 74°04'10" de longitud oeste y 50 m.s.n.m.

Metodología

El Inventario del arbolado urbano del Parque de Las Leyendas – Felipe Benavides Barreda se ha desarrollado en base a las siguientes consideraciones:

a. Elección de parámetros y formulación de formato:

Para el registro de datos en campo, se formuló teniendo en cuenta que el formato de campo debe ser lo más conciso y específico posible. Se adjunta el Anexo 2, en donde se muestra el formato utilizado para la toma de los siguientes datos en campo:

- **Número de individuo:** número de árbol inventariado.
- **Código de individuo:** asignación de un código único para el registro de cada uno de los árboles inventariados (según “unidad arbórea” definida) y número de árbol inventariado.

do. Así por ejemplo, para el caso de Zona Sierra será “SIE”, Selva “SEL”, Internacional “INT”, etc.

- **Nombre común:** nombre local del árbol inventariado.
- **Altura total (m):** La medición de la altura mediante uso del hipsómetro, con la ayuda de una cinta topográfica para medir las distancias.
- **Diámetro a la altura del pecho (D.A.P):** con una cinta diamétrica, orientada según la posición del árbol.
- **Radio de copa (m):** radio de la proyección de la copa del árbol en el suelo.
- **Edad:** En este apartado, se recogerá la edad estimada por el evaluador.
 - (1) Joven
 - (2) Adulto
 - (3) Longevo
- **Comportamiento fisiológico:** según los datos por especie se podrá determinar si se trata de:
 - (1) Perennifolio
 - (2) Semi-caducifolio
 - (3) Caducifolio
- **Estado fitosanitario:** definición de algunas características morfológicas de valor ornamental (evaluando las características de la copa y del fuste)
 - (1) Bueno: sin plagas, hongos, pudrición, entre otros.
 - (2) Regular: con plaga, hongos y otros.
 - (3) Malo: generalización de plagas, hongos, pudrición y otros.
- **Estado de riesgo:** definición de algunas características morfológicas de valor ornamental (evaluando las características de la copa y del fuste)
 - (1) Físico: inclinación considerable, resquebrajadura de ramas y fuste, raíces superficiales con pérdida de anclaje.
 - (2) Sanitario: Hongos degradando la madera, muerte regresiva por ataque de plagas, pudrición, etc.
 - (3) Sistema eléctrico: Líneas eléctricas de alta tensión aérea o subterránea, etc.
- **Sistema de riego:** definición de algunas características morfológicas de valor ornamental (evaluando las características de la copa y del fuste)
 - (1) Aspersión
 - (2) Goteo
 - (3) Inundación
- **Recomendaciones:** se colocará información sobre las operaciones de poda necesarias.

b. Zonificación

El Parque de las Leyendas cuenta con 97.5 has, en las cuales se encuentra distribuido el componente arbóreo en toda la extensión de sus instalaciones y para efectos de un mejor manejo para el desarrollo del inventario del sistema forestal se ha dividido en 08 (ocho) unidades arbóreas, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 1. Zonificación para el desarrollo del Inventario del Arbolado

N°	Unidad arbórea	Cantidad	Unidad de medida	Sectores involucrados
01	Zona Central	4.23	ha	Playa I, patio central y auditorio
02	Zona Sierra	3.78	ha	Desde vestuario, pampas galeras, mina modelo, Zoológico sierra, catarata y andenería
03	Zona Selva	5.60	ha	Camping selva, zoológico selva
04	Zona Internacional	18.2	ha	Chabuca, Museo Kalinowski, Zoológico internacional, Presidencial, Museo de sitio, Picnic Felinario, Playa II, Felinario, Petro Perú, Aviario, Tortugas, Humus, Depósito de Palos.
05	Zona Costa	10.9	ha	Espejo de agua, Restaurante, Jardín Vulnerables, Zoológico costa, Juegos, Mariposario, Caballero Carmelo.
06	Zona Restringida	37.6	ha	Vivero, Caballeriza, Campo Frutícola, Campo deportivo, Munigym
07	Zona Jardín Botánico	4.69	ha	Entrada al JB, Borde del JB, Sectores del JB
08	Borde externo	5 041	m	Cerco perimétrico de las instalaciones del PATPAL

c. Preparación de placas para codificación

Para la elaboración de placas para la marcación de árboles, se compraron planchas de aluminio de 1.00m x 3.00m y de 0.3mm de espesor, las cuales fueron cortadas a una dimensión de 8cm x 4cm. Estas placas se perforaron con la ayuda de un taladro y broca de 1/8". Luego de ello realizaron las plantillas de las etiquetas con los códigos de cada individuo y fueron adheridas con la ayuda de la cinta de embalaje. Adicionalmente estas placas fueron selladas con laca piroxilina para favorecer su durabilidad y resistencia.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

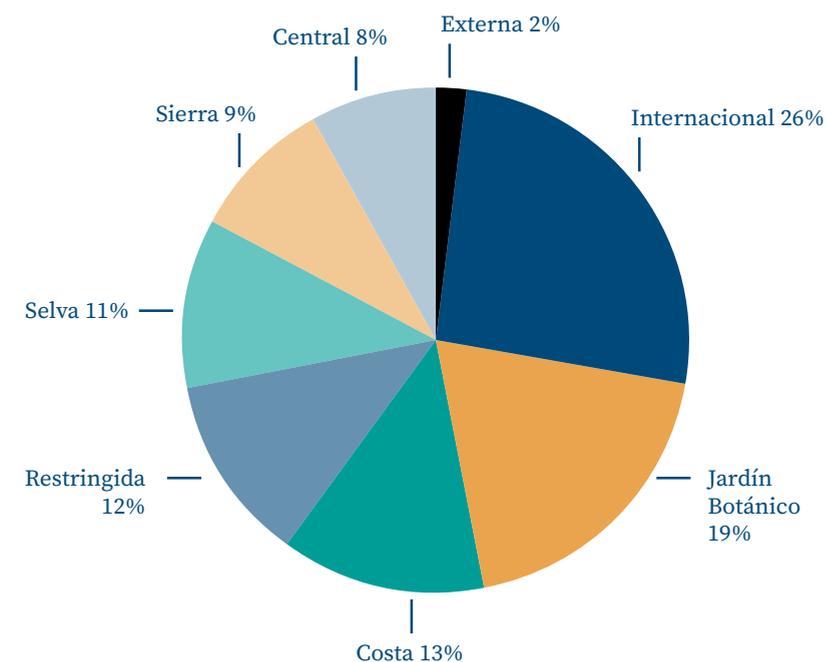
Los datos recogidos en campo se han procesado en base a la metodología y zonificación mencionada anteriormente. De esto datos se han podido obtener los siguientes resultados:

a. Identificación y cuantificación del arbolado urbano

De las 08 (ocho) zonas o unidades arbóreas determinadas en toda la extensión del PATPAL, en donde se realizó el Inventario del Arbolado Urbano, fueron inventariados en total 4316 individuos que presentaban un DAP \geq 10cm, de los cuales 3364 son árboles, 706 son palmeras y 246 de especies arbustivas.

Además de ello se ha podido determinar que la diversidad el sistema arbóreo del Parque de las Leyendas está conformado por 267 especies, las cuales están distribuidas en toda su extensión, teniendo la mayor diversidad dentro del Jardín Botánico.

Gráfico 1. Distribución del arbolado urbano del PATPAL por zonas



En el gráfico 1, se puede observar la distribución componente arbóreo según las ocho zonas o unidades arbóreas consideradas para el inventario. Como se puede observar el mayor número de árboles están establecidos dentro de la zona Internacional representando el 26% del total inventariado (1134 individuos), luego le siguen las zona Jardín Botánico representando el 19% (800 individuos), zona Costa representando al 13% (562 individuos), zona Restringida representando el 12% (522 individuos), zona selva representando el 11% (470 individuos), zona Sierra representando el 9% (387 individuos), zona Central representando el 8% (342 individuos) y finalmente la zona externa representando el 2% (342 individuos).

Comparando los datos anteriores y los mostrados en la Tabla 1, se puede inferir que no existe relación alguna entre el área de cada unidad con la distribución del arbolado, por ejemplo, la zona Internacional es la que presenta mayor porcentaje de individuos, aunque el área física de la unidad no sea la mayor. Para el caso del Jardín Botánico es importante resaltar que aunque cuenta con 4.69 ha, se puede encontrar el 19% de los individuos inventariados, esto debido a que es un espacio creado con el objetivo de conservación de la colección del componente vegetal, contando con una alta diversidad de especies exóticas y nativas.

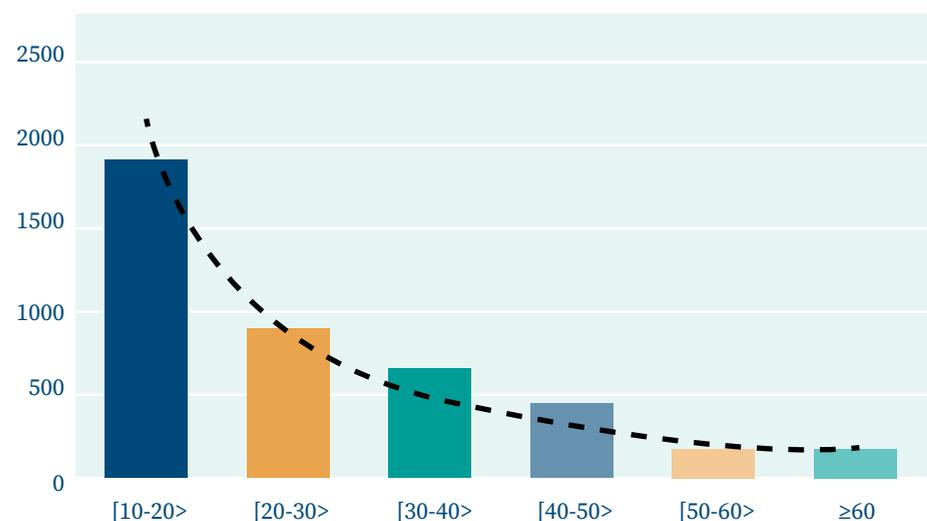
También podemos observar que si bien la zona restringida es la que cuenta con mayor extensión, no tiene significancia respecto a la distribución del componente arbóreo ya que solo se encuentra el 12% del total inventariado, esto se debe a que en esta zona se encuentran establecidos espacios por la presencia de áreas arqueológicas o establecimientos de operación de los trabajadores del PATPAL.

b. Estructura del arbolado urbano del PATPAL

• Distribución diamétrica

En el gráfico 2, se observa la distribución diamétrica del arbolado urbano del Parque de las Leyendas, en donde la mayor cantidad de individuos arbóreos se encuentran en la clase diamétrica I ([10-20> centímetros), con un total de 1932 individuos representando el 44.7% del total de la muestra; seguido por la clase diamétrica II ([20-30> centímetros) que cuenta con 890 individuos representando el 20.6%, la clase diamétrica III ([30-40> centímetros) con 629 individuos representando el 14.6%, la clase diamétrica IV ([40-50> centímetros) con 458 individuos representando el 10.6%, la clase diamétrica V ([50-60> centímetros) con 206 individuos representando el 4.8% y la clase diamétrica VI (≥ 60 centímetros) con 201 individuos representando el 4.7% del total de la muestra.

Gráfico 2. Distribución diamétrica del arbolado urbano del PATPAL



Además se puede observar que en clases diamétricas superiores se encontró un número menor de árboles, ya que estos intervalos obedecen a individuos maduros, de gran tamaño que son raros o escasos en el área inventariada, de acuerdo con esta información se podría inferir que los árboles ubicados en el área evaluada son relativamente jóvenes.

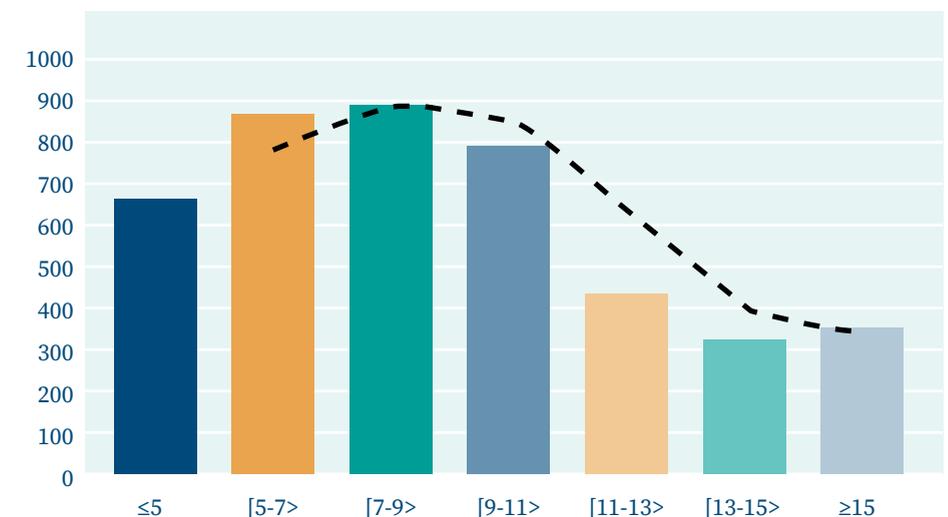
La tendencia de la curva de "J" invertida, señala que la comunidad vegetal se encuentra en coherente proceso de desarrollo en dirección a etapas de crecimiento y productividad más avanzadas, confirmando la existencia de abundantes individuos jóvenes que irán a suceder individuos arbóreos que ya se encuentran posiblemente en la fase senil,

pertenecientes a las clases diamétricas superiores. Este comportamiento es común en bosques disetáneos (diferentes edades) en el cual se observa que la mayoría de individuos inventariados se encuentran en los primeros estados de crecimiento. Como se trata de un caso de árboles urbanos, esto puede atribuirse al alto grado de intervención en el área urbana, pues los individuos encontrados son ubicados y mantenidos por intervenciones antrópicas o humanas.

• Distribución altimétrica

En el gráfico 3, se observa la distribución altimétrica del arbolado urbano del Parque de las Leyendas, en donde la mayor cantidad de individuos arbóreos se encuentran entre las clases diamétricas I, II, III y IV (≤ 11 metros), con un total de 3214 individuos representando el 74.5% del total de la muestra; seguidamente se ubican las clases V, VI y VII (≥ 11 metros) con un total de 1102 individuos representando el 25.5% del total de la muestra.

Gráfico 3. Distribución altimétrica del arbolado urbano del PATPAL



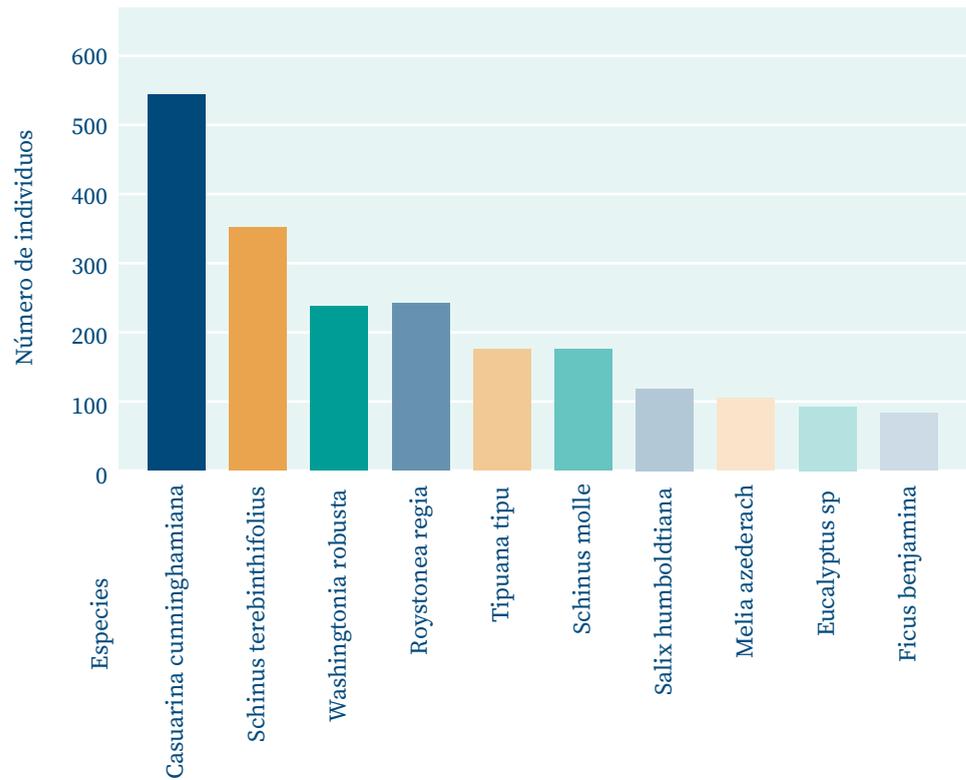
De acuerdo con lo anterior y coincidiendo con los resultados obtenidos, en cuanto a la distribución altimétrica de los árboles inventariados, los árboles evaluados en el PATPAL son jóvenes y se encuentran en etapas tempranas de desarrollo, lo cual lleva a pensar que existe una mayor demanda en cuanto a las actividades de mantenimiento de este arbolado, entre tanto los árboles ubicados en las clases V, VI, y VII, pueden requerir un mantenimiento preventivo y de adecuación, teniendo en cuenta el estado fitosanitario e interferencia de ramas y raíces.

• Abundancia y dominancia de especies

En el Inventario del Arbolado Urbano del Parque de las Leyendas se identificaron 267 especies y en el gráfico 4 se grafican a las diez (10) especies con mayor abundancia, las cuales están representados por 2258 individuos los que representan el 52.3% del total de árboles inventariados. De este cuadro se puede inferir que la especie con mayor abundancia de individuos es la *Casuarina cunninghamiana* representando el 13.1% del

total de individuos (568 individuos), seguidamente se encuentran las especies *Schinus terebinthifolius* con 8.4% (364 individuos), *Washingtonia robusta* con 5.8% (252 individuos), *Roystonea regia* con 5,81% (251 individuos), *Tipuana tipu* con 4.24% (183 individuos), *Schinus molle* con 4.12% (178 individuos), *Salix humboldtiana* con 3.10% (134 individuos), *Melia azederach* con 2.89% (125 individuos), *Eucalyptus sp.* con 2.5% (108 individuos) y *Ficus benjamina* con 2.2% (95 individuos).

Gráfico 4. Especies con mayor abundancia en el PATPAL



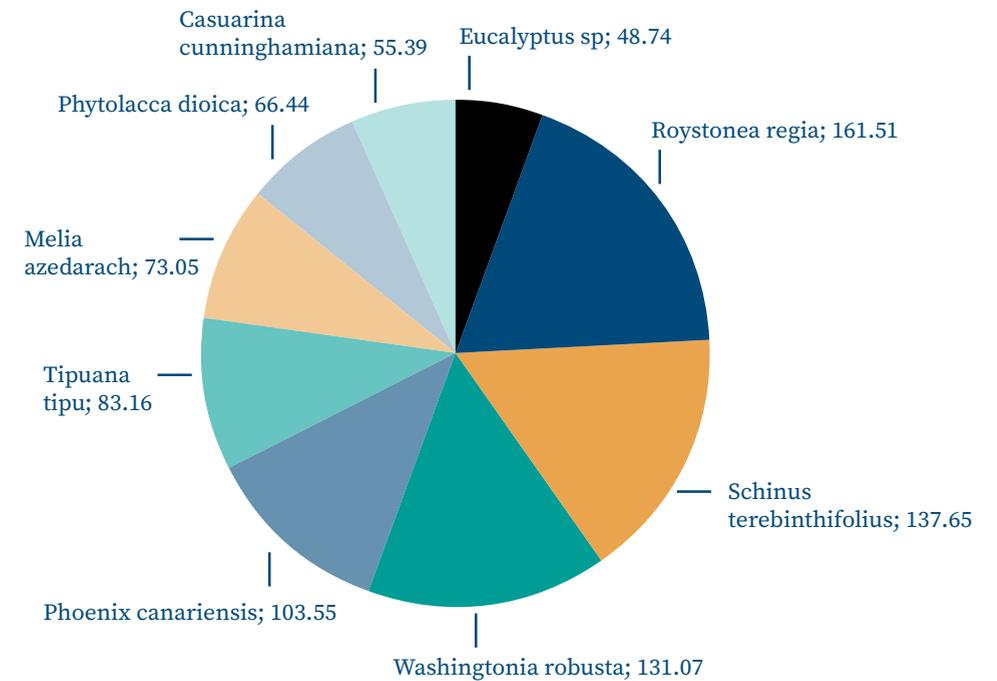
Según lo observado anteriormente, la especie “Casuarina” es la que presenta mayor abundancia, esto debido a que años anteriores en el PATPAL se realizó una arborización con fines de limitación con cercos vivos de porte arbóreo (cortinas rompevientos), lo cual motivó que en la actualidad se cuente con 568 individuos de esta especie distribuidos en los linderos de la institución, delimitando áreas internas y colindantes con el exterior.

Además, cabe mencionar que el PATPAL cuenta con especies de palmeras dentro de su población arbórea urbana, dos de ellas se sitúan dentro de las especies que presentan mayor abundancia, la “Palmera abanico” *Washingtonia robusta* y la “Palmera real” *Roystonea regia*, quienes cuentan en conjunto con 503 individuos, representando el 11.65% de la población total inventariada.

Es importante tener en cuenta que la abundancia atiende al número de individuos encontrados dentro del PATPAL de cada especie y se efectúa por el conteo directo de árboles que superen los 10 cm de DAP, no se hizo uso de la estimación relativa para estratos bajos conformados por hierbas y arbustos.

En cuanto a la dominancia, esta se calculó a partir del área basal, que corresponde a la superficie de una sección transversal del tronco del individuo, y se determina a partir del diámetro normal tomado a los 1,3 m de altura del suelo (DAP). Los mayores valores de dominancia se deben a la abundancia de especies y al porte de los individuos. La dominancia basal está estrechamente relacionada con la abundancia de las especies o dicho de otra manera, con el número de individuos por especie y con el porte, razón por el cual la presencia de algunos individuos con dimensiones que sobresalían del promedio, hacen que aunque algunas especies cuenten con más individuos que otras, no sean más dominantes que otras especies que cuentan con menos individuos dentro de la muestra.

Gráfico 5. Especies con mayor dominancia en el PATPAL



Según se observa en el gráfico 5, en el PATPAL se han inventariado un total de 4316 individuos conformada por 267 especies, en donde se evidencia que las especies que presentan mayor dominancia son *Roystonea regia* con 161.51 m², *Schinus terebinthifolius* con 137.65 m², *Washingtonia robusta* con 131.07 m², *Phoenix canariensis* con 103.55 m² y *Tipuana tipu* con 83.16 m², *Melia azederach* con 73.05 m², *Phytolacca dioica* con 66.44 m²,

Casuarina cunninghamiana con 55.39 m² y *Eucalyptus sp.* con 48.74 m². Entre estas especies de importancia, el porcentaje de ocupación basal es 62.16% del área basal total tomada.

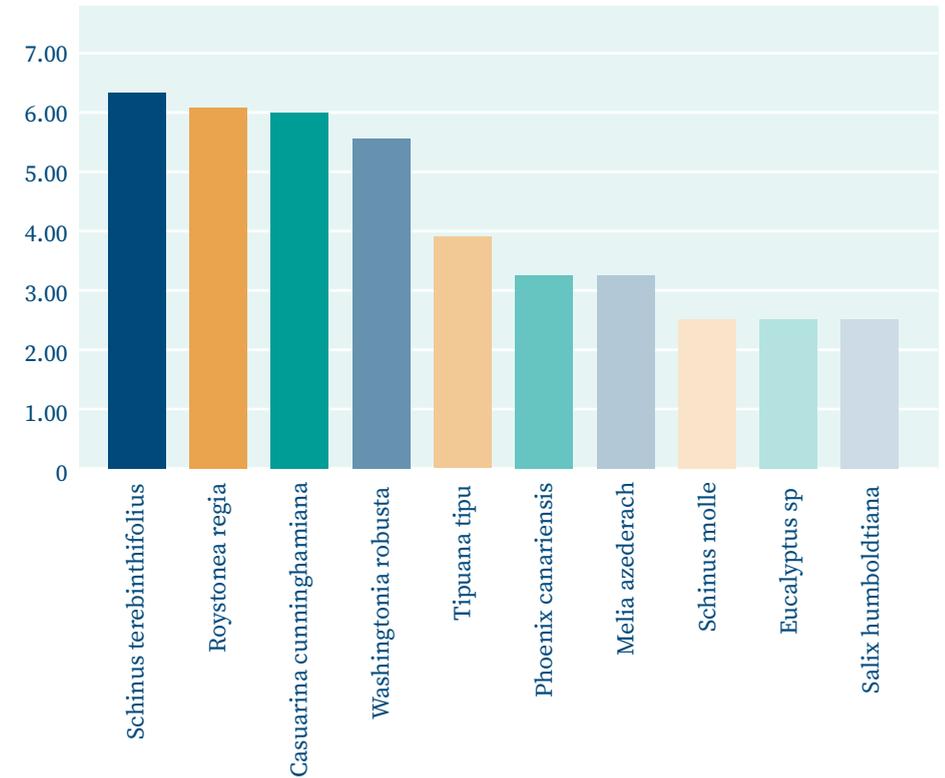
Cabe resaltar que las palmeras por no desarrollar tronco tienen un hábito de crecimiento diferente al de los árboles, sin embargo por tratarse de un parámetro que nos indica la cobertura del área por especie, se ha considerado dentro del análisis de dominancia que se realiza con el área basal, por lo que dentro de las principales especies aparecen tanto la “palmera real” y la “palmera abanico”, acumulando entre ellas un área basal de 396.13 lo que representa el 28.6% del área total.

La abundancia y la dominancia permiten conocer la estructura en cuanto al número de individuos que se encuentran en el sitio de estudio y al conocimiento de la especie que se destaca en una comunidad, ya sea por el número de individuos, el tamaño o su capacidad de defensa. Para el caso del arbolado urbano dentro del PATPAL, las especies *Schinus terebinthifolius*, *Washingtonia robusta*, *Roystonea regia* y *Tipuana tipu* son las especies con mayor abundancia y dominancia, sin embargo, hay que tener en cuenta que del total de individuos evaluados existen diez (10) especies que representan casi el 50% del total de individuos evaluados, lo que nos indica que se requiere de diversas actividades de manejo para su adecuado mantenimiento, teniendo en cuenta la especie a intervenir. En cambio desde el punto de vista de la alta diversidad encontrada en el sistema arbóreo, nos permite inferir que en cuanto al tema fitosanitario se tendría un menor riesgo ya que se dificultaría la propagación de plagas y enfermedades.

- **Índice de Valor de Importancia**

Este valor se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, frecuencia relativa y la dominancia relativa. Esta información nos ayuda a comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema urbano del PATPAL. Es así que en el Gráfico 6 se muestran las especies más importantes después de la formulación del IVI, por lo que se puede observar que la especie con mayor importancia ecológica es *Schinus terebinthifolius* con 6.6% de peso, seguida por *Roystonea regia* con 6.18%, *Casuarina cunninghamiana* 6.08% y *Washingtonia robusta* con 5.58%. Así se puede inferir que las 10 especies mostrada en la gráfica representan al 42.32% de las especies con mayor importancia ecológica, lo que nos indica que son las especies con mayor peso en relación a su densidad poblacional, al dominio espacial horizontal y a la amplitud de su distribución geográfica dentro del PATPAL.

Gráfico 6. Especies con mayor dominancia en el PATPAL

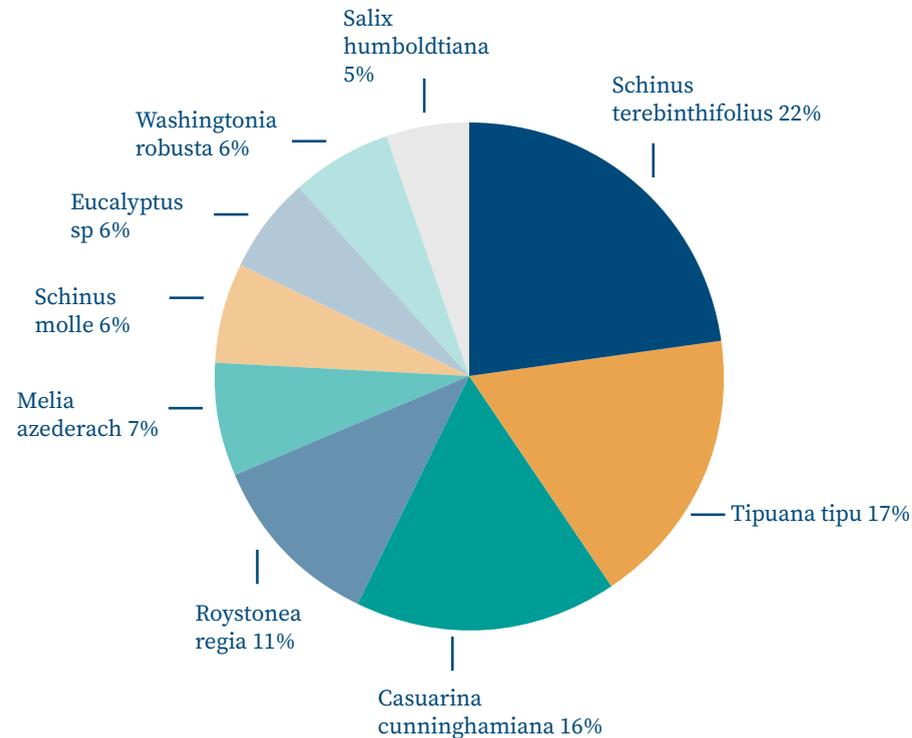


Según los datos obtenidos, se han encontrado índices de valor de importancia similares para las especies indicadoras, sugiriendo igualdad o por lo menos semejanza en su composición, estructuras, sitio y distribución dentro del sistema arbóreo.

- **Cobertura de copa del arbolado**

Como resultado de los datos obtenidos en el inventario se ha logrado calcular que en la actualidad el PATPAL cuenta con un área de 80672.68 m² de cobertura de copa arbórea. En el gráfico 7, se puede observar que según los datos obtenidos de las proyecciones de las copas de los individuos, la especie que presenta mayor área de copa es *Schinus terebinthifolius* con 8482.73 m² representando el 10.51% del total; luego se encuentran las más importantes como la especie *Tipuana tipu* con 6490.45 m² representando el 8.04%, *Casuarina cunninghamiana* con 6200.29 m² representando el 7.68% y *Roystonea regia* con 6200.29 m² representando el 5.15% del total del área de copa.

Gráfico 7. Especies con mayor dominancia en el PATPAL



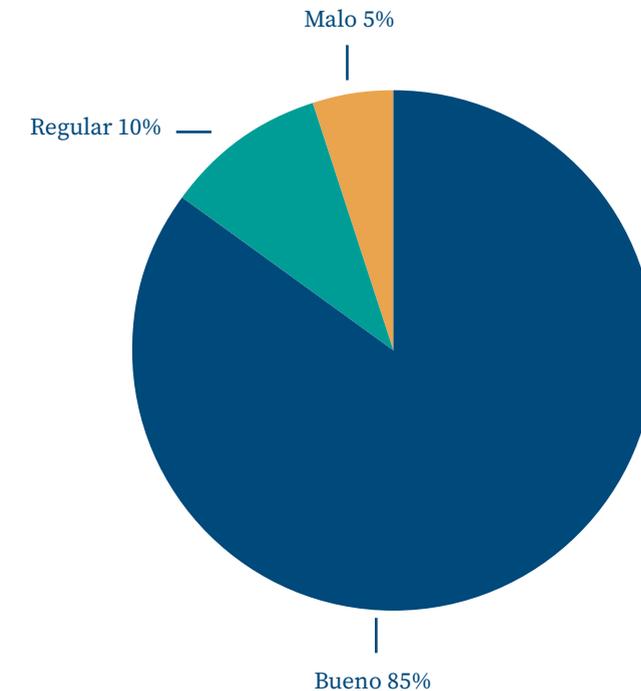
La copa del árbol es el órgano que sostiene el tejido fotosintético, absorbiendo y utilizando la energía radiante en el proceso diario de vida, por lo que se debiera esperar que árboles que presentan copas de gran tamaño crezcan más rápido que otros de la misma especie con copas menores. Siendo así y teniendo en cuenta la diferencia fisiológica entre especies arbóreas con respecto a las palmeras, se puede observar que para el caso de la especie *Schinus terebinthifolius* y *Tipuana tipu*, ambas se encuentran presente dentro de las especies que presentan una mayor dominancia, lo que indicaría que su crecimiento diametral está directamente proporcional con el área de copa que presentan.

c. Estado Fitosanitario y de Riesgo del Arbolado Urbano

• Estado Fitosanitario del Arbolado del PATPAL

En el gráfico 8, se observa de manera general, el estado fitosanitario de los árboles inventariados en el PATPAL. El 85% de los individuos inventariados no presentan problemas fitosanitarios (sin presencia de plagas, hongos, pudrición, entre otros); el 10% presenta un estado fitosanitario regular (presentan algún tipo de plaga, hongos u otros); y por último el 5% de los individuos presentan un estado fitosanitario malo (presentan un problema de plagas, hongos o pudrición generalizada).

Gráfico 8. Especies con mayor dominancia en el PATPAL



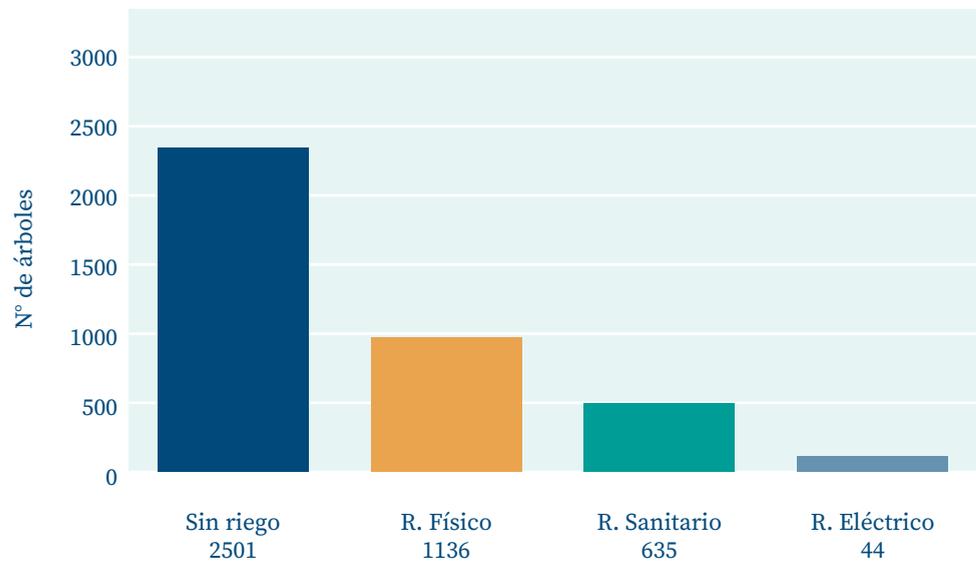
Esta información permite inferir, que en términos generales el arbolado evaluado no presenta problemas fitosanitarios relevantes que pueda afectar la integridad o el valor estético del arbolado con el que cuenta el PATPAL.

A pesar de que los árboles aparentemente no presentan problemas fitosanitarios relevantes, de manera individual algunas especies presentaron problemas asociados con afectaciones por pudrición localizada; generalmente este problema está asociado a daño mecánico, que son vectores para la entrada de insectos y hongos que afectan las condiciones físicas de los fustes de los árboles. Cabe indicar que la mayoría de los hongos son saprofitos y una mínima parte son patógenos, a pesar de ello en algunos individuos se han registrado daños severos a consecuencia de ellos.

• Estado de Riesgo del Arbolado del PATPAL

Según la valoración del riesgo de los árboles inventariados, en el gráfico 9, se puede observar que el 58% del total de individuos inventariados no presentan riesgo alguno, el 26% presenta algún riesgo físico (presencia de inclinación considerable resquebrajadura de ramas o fuste, raíces superficiales con pérdida de anclaje, etc.), el 15% presenta riesgo sanitario (hongos degradando la madera, muerte regresiva por ataque de plagas, pudrición, etc.) y finalmente el 1% se encuentra con riesgo eléctrico (cercano a líneas eléctricas de alta tensión, aéreas o subterráneas).

Gráfico 9. Especies con mayor dominancia en el PATPAL



De acuerdo con lo mostrado anteriormente, se puede indicar que más de la mitad del total de árboles urbanos que existen en el PATPAL se encuentran fuera de riesgo. Del resto de individuos que presentan algún tipo de riesgo, el problema físico es el más resaltante, esto refleja un manejo inadecuado del arbolado urbano principalmente en el periodo del establecimiento del árbol y posteriormente en las actividades en podas, que interfieren en el crecimiento y desarrollo adecuado de estos árboles.

CONCLUSIONES

El sistema arbóreo del Parque de las Leyendas cuenta en la actualidad con 4316 individuos ya establecidos, de los cuales 3364 son árboles, 706 palmeras y 246 arbustos. Estos individuos corresponden a 267 especies botánicas y están distribuidos en toda la extensión de la institución.

Se identificó que el 44.8% del total de individuos inventariados se encuentran dentro de la zona Internacional y el Jardín Botánico, esto a pesar de que la extensión de ambas zonas en conjunto solo represente el 23.5% del área total del PATPAL.

Se logró identificar que las especies con mayor valor de importancia ecológica dentro del componente arbóreo del PATPAL son *Schinus terebenthifolius*, *Roystonea regia*, *Casuarina cunningghamiana* y *Washingtonia robusta*.

La gran diversidad encontrada en el componente arbóreo del PATPAL representa un medio para asegurar el patrimonio arbóreo ante el riesgo de plagas, así como para diversificar y caracterizar cada paisaje, adecuando las especies a las posibilidades que ofrece cada ambiente.

Para la evaluación del estado fitosanitario del arbolado inventariado se logró identificar que 85% de los individuos no presentan problemas fitosanitarios; el 10% presenta un estado fitosanitario regular y por último el 5% de los individuos presentan un estado fitosanitario malo.

Con respecto con la evaluación del riesgo del sistema forestal se encontró que el 58% del total de individuos inventariados no presentan riesgo alguno, el 26% presenta algún riesgo físico, el 15% presenta riesgo sanitario y finalmente el 1% se encuentra con riesgo eléctrico.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Ayala, D. (2012) "Inventario Forestal del Parque de las Leyendas" Perú 2012.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO. (2014) "INVENTARIO FORESTAL NACIONAL - Manual de Campo. Guatemala.

Perdonomo, A. (2016) "Diagnostico piloto y plan de manejo de arborización en la ciudad de Neiva" Universidad de Manizales Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente Manizales, Colombia 2015.

ACLIMATACION Y ADAPTACIÓN DE ESPECIES TROPICALES NATIVAS EN EL JARDÍN BOTÁNICO DEL PARQUE DE LAS LEYENDAS - RESULTADOS PRELIMINARES

Autora: Carmen Martínez Gómez

RESUMEN

Los Jardines botánicos son espacios en donde las condiciones ambientales son precisamente intervenidas mediante el manejo que se hace de las plantas, de tal forma que algunos factores son fácilmente controlados tanto en campo como en el invernadero y vivero. Algunos factores técnicos son importantes y tienen la finalidad de ofrecer las mejores condiciones y con ello se logre la conservación e incremento máximo de desarrollo de las especies.

Muchas de las plantas tropicales nativas conservadas en el Jardín Botánico, han sido sembrados desde inicios de la habilitación del jardín botánico, los cuales han pasado por un proceso adaptación a las condiciones ambientales como la intensidad lumínica, las fluctuaciones de temperatura y al estrés de las condiciones edáficas propias del jardín botánico. El presente estudio registra las especies tropicales nativas que presentan mejor capacidad de aclimatación y adaptación a las condiciones del medio del jardín botánico, el cual se evidencia en el buen crecimiento y fructificación. En total se registró un total (23) especies tropicales nativas que presentan mejor aclimatación y adaptación agrupadas en (10) familias botánicas de las cuales las familias con mayor diversidad de especies corresponden a las familias Malvaceae y Areaceae

Palabras claves: adaptación, aclimatación, sobrevivencia, jardín botánico.

INTRODUCCIÓN

El ambiente, es el medio que permite y a su vez condiciona el desarrollo de los seres vivos. Las restricciones climáticas, edáficas (físicas) y los recursos esenciales como el agua, energía y nutrientes, son factores e inherentes en cada ambiente. La habilidad de cada organismo para captar estos recursos en un medio determinado, dependerá de su aptitud y capacidad para prosperar exitosamente.

Un medio representativo de la adaptación es el carácter plástico en las plantas, el cual se entiende como la capacidad que tienen sus órganos de adaptarse rápidamente a los cambios del medio que le rodean, y que por lo tanto podrían favorecer la instalación de las especies a nuevos ambientes. Las plantas poseen la habilidad y capacidad de adaptarse a diferentes condiciones ambientales, ajustando su morfología y fisiología a través de la variación genética y la plasticidad en su forma. Dado que las plantas carecen de mecanismos de movimiento, la plasticidad fenotípica es una herramienta adaptativa e importante para soportar las variaciones climáticas y edáficas del medio (Bradshaw, 1965).

El presente trabajo tiene como objetivo inventariar las especies tropicales nativas mejor aclimatadas y adaptadas en el jardín botánico, así mismo, hace un análisis preliminar que pretende poner de manifiesto algunos aspectos y factores de especial trascendencia sobre la aclimatación y adaptabilidad con la finalidad de dejar abiertos nuevos interrogantes para la investigación que podrían contribuir con la conservación de especies tropicales nativas.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en el Jardín Botánico o del Parque de Las Leyendas, Lima cuya extensión es de 4.7ha, en donde las familias botánicas se encuentran distribuidas según un orden taxonómico.

Geográficamente se encuentra ubicada en las coordenadas 12°04'02.2 LS -77°05'12.9 LO, a una altitud aproximada de 80 msnm y orientación sur-este. Políticamente se encuentra en el Distrito de San Miguel, Provincia de Lima, Departamento de Lima, cuyo clima es típico del desierto costero, el cual es muy irregular donde las temperaturas varían de 14 °C a 27 °C, y cuya humedad relativa varía en un rango 61 % a 96 %.

METODOLOGÍA

Identificación de especies

La evaluación de campo se inició desde el mes de abril del 2017 hasta noviembre del 2018, durante el cual hizo el reconocimiento de las especies tropicales nativas de las diversas zonas del Jardín Botánico, se logró identificar las especies las que fueron debidamente identificadas con la ayuda de bibliografía especializada.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se registró un total (23) especies nativas tropicales que presentan mejor aclimatación y adaptación a las condiciones medioambientales del jardín botánico, se registra un total de (10) familias botánicas de las cuales las familias con mayor diversidad de especies corresponden a las familias Malvaceae y Areaceae. El (72.22%) corresponden al hábito tipo arbóreo y el (27.78%) a palmeras, el (70%) corresponde a plantas maduras que en su mayoría están en proceso de fructificación y el (30%) corresponde plantas juveniles cuyas edades van de 4 a 9 años.

Destacan las especies mejor adaptadas como “capirona de altura” *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook.f. ex K.Schum., “sangre drago” *Croton* sp., “cedro” *Cedrela odorata* L., y “topa” *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb., un segundo grupo con crecimiento regular destacan “copaiba” *Copaifera paupera* (Herzog) Dwyer; destacan además palmeras adultas como “yari-na” *Phytelephas macrocarpa* Ruiz & Pav., “shika shika” *Aiphanes aculeata* Willd. y “huicungo” *Astrocaryum* sp. y más recientemente palmeras como “cashapona” *Socratea exorrhiza* (Mart.) H.Wendl. Ver tabla 1.

TABLA 1. Inventario de especies nativas tropicales adaptadas en el Jardín Botánico

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE LOCAL	FORMA DE VIDA
ARECACEAE	<i>Phytelephas macrocarpa</i> Ruiz & Pav.	"Yarina"	Palmera
	<i>Astrocaryum</i> sp.	"Huicungo"	Palmera
	<i>Aiphanes aculeata</i> Willd.	"Shika shika"	Palmera
	<i>Scheelea</i> sp	"Shapaja"	Palmera
	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl.	"Huacrapona"	Palmera
CECROPIACEAE	<i>Cecropia</i> sp.1	"Cetico"	Árbol
	<i>Cecropia</i> sp.2	"Cetico"	Árbol
EUPHORBIACEAE	<i>Hura crepitans</i> L.	"Catahua"	Árbol
	<i>Croton</i> sp.	"Sangre drago"	Árbol
FABACEAE	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> (Ducke) Ducke	"Ishpingo"	Árbol
	<i>Copaifera paupera</i> (Herzog) Dwyer	"Copaiba"	Árbol
LECYTHIDACEAE	<i>Grias peruviana</i> Miers	"Sacha mango"	Árbol
MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	"Bolaina negra"	Árbol
	<i>Matisia cordata</i> Bonpl.	"Sapote"	Árbol
	<i>Theobroma cacao</i> L.	"Cacao"	Árbol
	<i>Cedrela odorata</i> L.	"Cedro"	Árbol
	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	"Topa"	Árbol
MELIACEAE	<i>Ceiba</i> sp.	"Ceibo"	Árbol
	<i>Guarea</i> sp.	-	Árbol
MELIACEAE	<i>Swietenia macrophylla</i> King	"Caoba"	Árbol
	<i>Prumnopitys montana</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) de Laub.	"Romerillo"	Árbol
PODOCARPACEAE	<i>Prumnopitys montana</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) de Laub.	"Romerillo"	Árbol
RUBIACEAE	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook.f. ex K.Schum.	"Capirona de altura"	Árbol
	<i>Capirona decorticans</i> Spruce	"Capirona"	Árbol
SIPAURINACEAE	<i>Sipauruna</i> sp.	-	Árbol

El ambiente

El ambiente es definido como «todo lo que nos rodea». Desde el punto de vista biológico, el ambiente es el resultado de la suma de factores bióticos y abióticos que permiten, y a su vez condicionan, el desarrollo de los seres vivos.

Factores Biológicos

La latitud, la orografía y la altitud, son factores que establecen los parámetros climáticos locales, además determinan que tanto de radiación solar recibe un punto dado en la superficie terrestre, así mismo la condición edáfica y sus características propias de estructura, textura y porosidad van a determinar la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas. Así mismo, cada combinación específica de estos componentes del ambiente, está asociada a una determinada disponibilidad de los recursos, por consiguiente, la habilidad que tenga cada organismo para captarlos bajo determinadas condiciones, va a depender de su aptitud para prosperar exitosamente en el medio, esta habilidad, gobernada por el genotipo del individuo, no es más que su capacidad de adaptación a las presiones y ajustes del ambiente.

Las especies tropicales del jardín botánico proceden de la región amazónica, la cual se caracteriza por presentar diversos tipos de ambientes que se distribuyen en gradientes que van desde los 200 a 1500 m.s.n.m. de altitud, con una temperatura media anual, que varía entre 25° y 37°C, las precipitaciones son elevadas, normalmente por encima de los 1500 mm hasta llegar incluso a los 5000 mm, lo que hace que la humedad sea muy elevada (85 %). En contraste la temperatura en el Jardín Botánico tiene poca variabilidad a lo largo del año y se mantienen casi constantes en 14 °C a 27 °C, la humedad relativa varía en un rango 61 % a 96 %, siendo los meses de máxima humedad julio y agosto. Cuando las plantas que normalmente crecen a temperaturas de 20 a 35 °C como las plantas tropicales, son llevadas a zonas donde la temperaturas que oscilan entre 10 a 15 °C constante, puede producirse lo que se conoce como el daño por enfriamiento o daño por frío lo que produce que el crecimiento se ralentiza, además aparecen decoloraciones o lesiones foliares e incluso si hay enfriamiento de las raíces por descenso de temperaturas, las plantas suelen perjudicarse y hasta ocasionar su muerte.

Los periodos más húmedos y más secos del Jardín Botánico generalmente no coinciden con los de la selva tropical, lo cual puede indudablemente alterar el comportamiento fisiológico de las especies que requieren de un periodo lluvioso más prolongado. La luz también se considera un factor ambiental de importancia ya que también de éste va a depender la adaptación de las plantas; este factor además de ser un recurso de energía, también causa un estímulo que gobierna el desarrollo de las plantas y en oportunidades puede llegar a ser un factor de estrés en otras especies (Larcher, 1995). Muchas especies requieren de cierta cantidad de luz para el proceso de la floración, así mismo, investigaciones sobre control de fotoperiodo han determinado que la senescencia de hojas de árboles tropicales sea probablemente una consecuencia de la combinación entre la disminución del fotoperiodo y el aumento en la edad foliar, más que en respuesta al déficit hídrico (Borchert y Rivera 2001, Borchert et al. 2002).

Estudios hacen referencia que las especies pioneras o intolerantes a la sombra son más plásticas y aclimatables a diferentes condiciones de luz (Fetcher et al. 1983, Strauss-Debenedetti

y Bazzaz 1991), mas aun si las especies son de estados mas avanzados de la sucesión (Goulet y Bellefleur 1986, Pearcy 1987) lo que se corrobora con las especies del jardín botánico como es el caso de las especies arbóreas que han logrado una buena adaptación como es el caso de ejemplares como “topa” *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. y “cético” *Cecropia* spp.

El suelo es otro factor también limitante en la adaptación de las plantas, la formación, desarrollo y características de los suelos, están determinados directa o indirectamente por factores bióticos y abióticos; generalmente relacionados con las condiciones climáticas (Sturm, 1994). La enorme cantidad y diversidad de follaje que presentan las especies en las selvas tropicales, podría hacer suponer que los suelos son ricos en nutrientes, siendo todo lo contrario, los suelos en sí, son pobres y ácidos, sin embargo la alta diversidad de microorganismos descomponedores aceleran el proceso en la descomposición de material orgánico (alta concentración de hojarasca, troncos y otros), lo suficiente para que los nutrientes liberados sean rápidamente absorbidos por las plantas, en lugar de almacenarse en los suelos.

Las plantas tropicales al ser introducidos a ambientes diferentes, sufren un bloqueo edáfico en el proceso de trasplante, el cual, si no se garantiza el uso de un sustrato similar a su hábitat, podría ser afectado en el proceso de adaptación.

Factores fisiológicos

El comportamiento de una especie está sujeto a fuertes variaciones, no solamente referente a los factores climáticos y edáficos, sino también a los factores endógenos propios de cada especie (Mora et al., 1994). Algunas plantas presentan alta especificidad con respecto a las condiciones del medio en donde viven y cuando estas trasladadas a otras condiciones son alteradas bruscamente pueden sufrir un estrés y decaimiento que no permite su recuperación. Por otro lado, existen plantas que no presentan tanta especificidad y pueden sobreponerse rápidamente a cambios drásticos o que por poseer un alto rango de tolerancia no son afectadas por condiciones adversas a las acostumbradas.

Estudios recientes revelan que los árboles forestales presentan la mayor variabilidad entre todas las plantas, es de esperar que presenten gran tolerancia a plagas y condiciones adversas, puesto que un árbol es perenne y debe sobrevivir durante muchos años, además de reproducirse bajo diferentes condiciones de crecimiento (Zobel y Talbert, 1988). Otro factor también importante es la plasticidad de las plantas ya que juega un papel importante en el comportamiento de las plantas ante condiciones favorables o adversas, lo cual repercute en el éxito de la adaptabilidad de las especies.

Es importante destacar que muchos de los atributos morfológicos de las especies, como altura total, diámetro del tallo, forma y diámetro de la copa, ramificación y patrón de crecimiento, son la expresión o respuesta directa a las diferentes variables de selección a que estén sometidas en su medio, a factores como la luz, humedad, suelo, disponibilidad de nutrientes, espacio para desarrollo de raíces, entre otras. Por esa razón, podrían variar ciertos atributos morfológicos, según el sitio donde se traslada.

Factores Técnicos

El manejo cultural no es más que el conjunto de conocimientos y técnicas, que hacen posible condicionar y generar un efecto positivo, con el objetivo de lograr que las condiciones sean óptimas para la máxima disponibilidad y aprovechamiento de los recursos en el establecimiento tanto de la plántula como en la etapa juvenil.

Mantenimiento de las especies sembradas

En los últimos años se viene incrementado la colección de plantas y con énfasis las especies tropicales nativas; algunos factores técnicos han sido fundamentales para el éxito de su establecimiento como el proceso de trasplantes, las enmiendas orgánicas, fertilizaciones, uso de coberturas, podas, enmiendas, deshierbe y el control fitosanitario.

Un factor importante está relacionado con el proceso de trasplantes, donde el tamaño de hoyadas, el pan de tierra, enmienda orgánica y la manipulación con los cuidados necesarios previenen daños mecánicos, sea a nivel por ejemplo de las raíces de las plántulas, todo ello para dar las mejores condiciones y se logre una buena adaptación de las especies.

Seguimiento y evaluación de las especies sembradas

Las plantas nativas accesadas al jardín botánico son previamente desinfectadas y sembradas en sustrato con características similares a las de su hábitat natural.

Se realiza el monitoreo y seguimiento de las plantas juveniles sembradas recientemente en el jardín, mediante el registro de mediciones de altura y diámetro, especialmente de las especies tropicales nativas.

CONCLUSIONES

De las (23) especies forestales sembradas, las especies que han alcanzado mejor y mayor crecimiento son: capirona de altura” *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook.f. ex K.Schum., “sangre drago” *Croton* sp., “cedro” *Cedrela odorata* L., y “topa” *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.

Las especies ecológicas o sucesionales manifiestan la mejor aclimatación hacia determinadas condiciones de luminosidad, lo que se corrobora con especies heliófilas como los árboles de “cético” *Cecropia* spp. y “topa” *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. que han logrado un vigoroso desarrollo en el Jardín Botánico.

Las especies nativas en estudio tienen una especial capacidad para aclimatarse a las condiciones ambientales de la ciudad de Lima, esta capacidad de aclimatación se podría deber a una elevada capacidad de plasticidad ecológica.

Los factores técnicos son importantes como el mantenimiento general y el proceso de trasplante.

El presente estudio es un antecedente para realizar a futuro estudios la plasticidad morfológica y fisiológica-bioquímica.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Borchert, R. y Rivera, G. (2001). Photoperiodic control of seasonal development and dormancy in tropical stem-succulent trees. *Tree Physiology* 21:13-221.

Borcher, R.; Rivera G. y Hagnauer, W. (2002). Modification of vegetative phenology in a tropical semi-deciduous forest by abnormal drought and rain. *Biotropica* 34 (1): 27-39.

Bradshaw, A.D. (1965). Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Advances in Genetics* 13:115-155.

Fetcher, N., Strain, B.R. & Oberbauer, F. (1983). Effects of light regime on growth, leaf morphology, and water reactions of seedlings of two tropical species. *Oecologia* 58: 314-319.

Larcher, W. (1995). *Physiological Plant Ecology*, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, , p. 506.

Mora, L., Arenas, H., Becerra, N. & Boba, B. (1994). La regulación de la transpiración por factores endógenos y ambientales del páramo. Pp. 89 – 256. En L.E. Mora-Osejo y H. Sturm (eds.) *Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino. Cordillera Oriental de Colombia*. Tomó I. Academia Colombiana de Ciencias Exktas,Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras No. 6.

Ooulet, F. & Bellefleur, P. (1986). Leaf morphology plasticity in response to light environment in deciduous tree species and its implications on forest succession. *Can. J. For. Res.* 16:1192-1195.

Pearcy, R. W. (1987). Photosynthetic gas exchange responses of Australian tropical forest in canopy, gap and understory. *Funct. Ecol.* 1:169-178.

Strauss-Debenedetti, S. & Bazzaz, F.A. (1991). Plasticity and acclimation to light in tropical Moraceae of different successional positions. *Oecologia* 87:377-387.

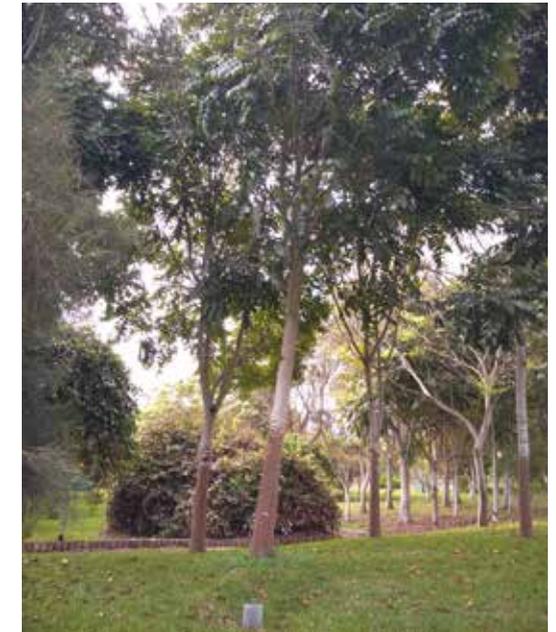
Sturm, H. & Mora, L. (1994). Clima. Pp.15 – 33. En L.E. Mora-Osejo y H. Sturm (eds.) *Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino. Cordillera Oriental de Colombia*. •Tomó'd. Academia Colombiana de Ciencias Exáctal, Físicas y Naturales. Colección Jorie Alvarez Lleras No. 6.

Zobel, B. & Talbert, J. (1988). *Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales*. Editorial Limusa. México, México. 545 p.

ANEXOS. ARBOLES TROPICALES NATIVOS DEL JARDÍN BOTÁNICO DEL PARQUE DE LAS LEYENDAS



1. "Cedro" *Cedrela odorata* L.



2. "caoba" *Swietenia macrophylla* King



3. "catahua" *Hura crepitans* L.



4. "bolaina" *Guazuma ulmifolia* Lam.



5. "topa" *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.



6. "cetico" *Cecropia* sp..



7. "Aiphanes aculeata Willd



8. "yarina" *Phytelephas macrocarpa* Ruiz & Pav.

VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS VERDES EN EL PARQUE DE LAS LEYENDAS-FELIPE BENAVIDES BARREDA-PATPAL

Autora: Jackelyn Rivera Valle

RESUMEN

La valorización de los Residuos Verdes del PATPAL se implementó en base a la necesidad de nuestra institución por reducir el impacto negativo que se generaba a raíz de la generación de residuos producto de actividades de mantenimiento de nuestras áreas verdes, resultado de la poda arbórea, corte de césped, corte de cerco vivo, desmalezado, barrido de hojas secas, entre otros. Producto de estas actividades y en la actualidad según cálculos estimados, se genera mensualmente un aproximado de 540m³ de residuos verdes (troncos, ramas, follaje, césped, hojas y cactus) los cuales eran acopiados y eliminados en los vertederos.

Es por este motivo que se buscaron alternativas para la valorización del material vegetal residual, encontrándose como mejor opción la reutilización de este material en procesos productivos, teniendo como resultado la producción de insumos orgánicos que son nuevamente utilizados en el mantenimiento y la conservación de las áreas verdes. En la actualidad se valoriza aproximadamente el 80% del volumen de residuos verdes como materia prima para la producción de abonos orgánicos (compost y humus) así como también para la producción chips (material de decoración, mejorador de suelo, etc).

Palabra clave: Valorización de residuos, Residuos verdes, Gestión de los residuos verdes, Producción de abonos orgánicos, Parque de las Leyendas.

INTRODUCCIÓN

El Parque de las Leyendas cuenta con 25.5 has de áreas verdes, las cuales brindan innumerables beneficios ambientales para la población limeña. La División de Botánica es la encargada de proporcionar el mantenimiento continuo de estas áreas, llevándose a cabo el desarrollo de actividades como poda arbórea, corte de césped, corte de cerco vivo, desmalezado, barrido de hojas secas, entre otros, resultando como producto la generación de 540m³ de residuos verdes aproximadamente (troncos, ramas, follaje, césped, hojas secas, hojas de palmeras y cactus). Anteriormente la institución no gestionaba estos residuos, lo cual representaba un costo para la institución y a su vez se impactaba de forma negativa al ambiente. Es en este contexto que nace la iniciativa de Valorización de los Residuos Verdes, los cuales no se reaprovechaban por lo que terminaban siendo acopiados esperando ser dispuestos en los vertederos de la ciudad.

Nuestro público objetivo se identifica de acuerdo a los beneficios ambientales y paisajísticos que brinda esta iniciativa y alcanza desde los visitantes a nuestras instalaciones, así como toda la comuna limeña que se beneficia al contar con 25.5 has de áreas verdes en buen mantenimiento y conservación. La valorización de los residuos verdes del Parque de las Leyendas, además de ser una buena alternativa de gestión impactando de forma positiva al ambiente, también representa una opción rentable de producción de insumos y materiales que finalmente son necesarios para la mejora de estas áreas, regresando al ecosistema después de un proceso de degradación en forma de nutrientes necesarios para su equilibrio.

En la actualidad bajo la iniciativa de la Valorización de Residuos Verdes del PATPAL se está reaprovechando aproximadamente el 80% de estos residuos como insumo para la producción de abonos orgánicos (compost y humus) así como también para la producción de materiales para fitodecoración (chips y rodets de madera) que son empleados en el embellecimiento, acondicionamiento y fertilización de nuestras áreas verdes.

Es así que disponemos de cadenas productivas sostenibles utilizando estos residuos como insumos y obteniendo como resultado productos que son nuevamente insertados en nuestras actividades de mantenimiento de las áreas verdes. La producción de abonos orgánicos se desarrolla mediante procesos controlados y debidamente monitoreados lo que nos da como resultado productos que son utilizados para el mejoramiento del suelo (compost) y abonamiento de las plantas (humus). El chips o astilla de madera es otro de los productos que se generan a base del reaprovechamiento de los residuos, este material es utilizado principalmente para la decoración de las jardineras, además de conservar la humedad y reducir las temperaturas del suelo, disminuyendo así considerablemente el desarrollo de maleza y el consumo del recurso hídrico.

Dentro de los resultados obtenidos por la implementación de esta práctica, se puede identificar el beneficio que se genera a raíz de la Valorización de nuestros residuos, lo que conlleva a un ahorro económico para la institución de aproximadamente S/26 796 soles mensuales, los cuales terminan siendo destinados al desarrollo de otras actividades para la mejora del parque. Esto adicionalmente al reconocimiento de la institución como una entidad que opera con responsabilidad ambiental, comprometiéndose en reducir el impacto garantizando el cumplimiento del ciclo natural ecológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en el Parque Zoológico Patronato Parque de las Leyendas – Felipe Benavides Barreda, el cual se encuentra ubicado en el Distrito de San Miguel en la ciudad de Lima a 12°03'23" de latitud sur, 74°04'10" de longitud oeste y 50 m.s.n.m.

Metodología

Esta iniciativa surgió por la necesidad de gestionar los residuos producidos por las actividades de mantenimiento de las áreas verdes, bajo la visión de reaprovechamiento de éstos como insumo para la producción de diversos productos como abonos orgánicos y materiales para fitodecoración (chips). El objetivo principal de esta propuesta fue el de encontrar alternativas

para la valorización de estos residuos gestionando dicho material y reutilizándolos en otros procesos productivos. Adicionalmente se busca disminuir los impactos negativos causados por la inadecuada gestión de los residuos, lo que nos permitiría el ejercicio de actividades o estrategias fundamentadas en el equilibrio del ecosistema urbano.

Es por esta razón que se considera la valorización de los residuos verdes como una necesidad ya que se brinda la oportunidad de reaprovechamiento de este material en gran porcentaje, lo que garantiza la buena disposición final de nuestros residuos, asegurando que se cumpla el ciclo natural del ecosistema y con ello beneficiando a nuestra calidad de vida. Para su desarrollo se tuvieron las siguientes consideraciones:

a. Público Objetivo

La ejecución la experiencia está orientada principalmente a las diversas personas que visitan diariamente nuestro parque con el fin de beneficiarse con los servicios ambientales que se ofrecen en el Parque de las Leyendas. Además, se considera que el impacto positivo por la aplicación de esta iniciativa alcanza principalmente a los visitantes de nuestra institución, quienes gozan diariamente de los beneficios ambientales que brindan nuestras áreas verdes. Luego también se considera a los ciudadanos residentes en las inmediaciones de nuestra institución y a la comuna limeña en general, ya que se ofrece un pulmón verde a la ciudad, lo cual nos hace mucha falta para garantizar una buena calidad de vida y aportar a la salud de los vecinos.

b. Plazos

En el desarrollo de esta iniciativa se consideraron los siguientes plazos, los cuales se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1

Etapa	Indicar mes y año
¿Cuándo empezó y cuánto duró el diseño de esta iniciativa?	Esta iniciativa empezó a partir del mes de mayo del año 2017. El diseño se realizó durante los siguientes dos meses.
¿Cuándo inició y cuánto duró la implementación de la iniciativa?	La implementación se inició en el mes de agosto del 2017 y tuvo una duración de seis meses. Ya a partir del mes de enero del 2018 se logró ver los resultados de esta experiencia.
¿En qué año y mes culminó o culminará?	No se cuenta con plazo de término, ya que se espera sea sostenible en el tiempo de forma indefinida.

Cabe resaltar que esta iniciativa fue desarrollada pensando en su sostenibilidad en el tiempo, ya que los residuos verdes se obtienen de forma permanente. Además, fue plasmado con un enfoque de mejora continua, formulando diariamente las soluciones a los problemas presentados, la reducción de costos oportunidad, la racionalización del uso de los recursos y otros factores que en conjunto permiten la optimización del proceso.

c. Descripción

Esta experiencia se desarrolló a raíz de encontrar una solución al problema que representaba contar con grandes volúmenes de residuos acopiados, lo que significaba un impacto negativo al medio ambiente, así como también a la salud pública. Una de las soluciones inicialmente adoptadas fue la contratación del servicio de eliminación, lo que acarrea gasto y a la vez la generación de incertidumbre sobre su correcta eliminación.

Es así que se determinó que era necesaria la gestión de estos residuos, los cuales nos podrían servir como insumos para la elaboración de otros productos que puedan ser valorizados para cubrir las necesidades de nuestra institución. Por este motivo se propuso como plan piloto la producción de abonos orgánicos a baja escala (compost y humus de lombriz), lo que representó una buena alternativa de reutilización de este material vegetal. Luego de unos meses se implementó la gestión de los residuos verdes con el propósito de lograr la segregación de este material in situ, por parte de los operarios encargados del mantenimiento de las diferentes zonas, los que anteriormente dejaban acopiado el material residual sin tener en cuenta su previa selección. Esto ayudó a tener un mejor control y garantía del destino correcto del material hacia los procesos de producción de abonos.

Como parte de las actividades desarrolladas para la implementación de esta experiencia, se priorizó inicialmente la segregación del material más fino: del corte de césped y del corte de cerco vivo, ya que este material se lograba obtener puro y en grandes volúmenes, ya que estas actividades se programaban para poder obtener este material de forma pura. Es así que se determinó el traslado de este material teniendo como destino la zona de producción de abonos orgánicos (compost y humus).

Para la producción de los abonos orgánicos también se requería de material nitrogenado (estiércol de animales), el cual se obtenía como residuo del mantenimiento y cuidado de la colección zoológica albergada en nuestra institución. Es así que adicionalmente se reutilizan los desechos generados por los animales herbívoros dentro del proceso de producción, lo que también ayuda al cumplimiento del desarrollo de nuestras actividades respetando el medio ambiente.

Unos meses después se logró realizar un estudio sobre la “Caracterización de residuos sólidos verdes del PATPAL”, elaborado por nuestra División, el cual tuvo como objetivo la identificación de los tipos y volúmenes de material residual y así poder realizar el planeamiento y/o proyección del proceso productivo al cual se destinaría.

También se logró acondicionar un área de acopio provisional del material residual, en donde es trasladado diariamente los residuos verdes, generados por el desarrollo de las actividades de mantenimiento de las áreas verdes que se ha recogido de las diversas partes del parque, donde el personal especializado se dedica a realizar la selección y segregación de dicho residuo verde, teniendo en cuenta el tipo de proceso productivo que tendrá como destino.

Así mismo, para garantizar la calidad del producto obtenido en los procesos de compostaje y humificación, se adquirieron instrumentos de medición de parámetros físico químicos, con la finalidad de monitorear los procesos de producción de abonos orgánicos y determinar el grado de madurez de los mismos.



Foto 01 y 02: Zona de Producción de Humus de Lombriz y Zona de producción de compost

A medida que se fue implementando esta iniciativa, se fueron encontrando variables que no estaban contempladas inicialmente, esto nos permitió adaptarnos a las situaciones y a la vez buscar alternativas para el cumplimiento nuestro objetivo de reaprovechar el mayor volumen posible de nuestros residuos. Es así que también se decidió reutilizar los residuos leñosos que son parte de los residuos verdes, es por esta razón que inició con el procesamiento de este material (ramas con un diámetro máximo de 6”), eso con el fin de obtener como producto el chip de madera que es utilizado como cubresuelo, el cual brinda muchos beneficios para el mantenimiento de las áreas verdes como lo son la conservación de la humedad y disminución de la temperatura del suelo, disminución de la aparición de malezas y belleza escénica con fines decorativos, entre otros.



Foto 03 y 04: Utilización de chips y residuos leñosos como material fitodecorativo

Además, como se contaba con residuos leñosos de grandes dimensiones, se decidió reutilizarlos para la preparación de material Fito-decorativo (soporte para exhibiciones de plantas, recinto de animales, rodetes para caminos, entre otros). Otro material residual como producto de las actividades de poda de la División son las hojas de palmeras, de las cuales una parte son utilizadas como material para techado en la habitación de construcciones rústicas.

Según el Plan de Producción de los Abonos Orgánicos, que fue desarrollado por la División con el objetivo de planificar y mejorar las actividades de producción, se han considerado las siguientes innovaciones con el fin de mejorar la operatividad en los procesos de producción.

- *Mejora y habilitación de las redes de riego*, uno de los requerimientos para el buen desarrollo de la actividad de producción de abonos orgánicos es la disponibilidad de agua para la correcta degradación del material, lo cual era un limitante por lo que se han desarrollado planes de mejoramiento en las redes de abastecimiento hídrico, los cuales en la actualidad están en etapa de ejecución.
- *Colección de lixiviados*, se está implementado el proyecto de colección de las aguas residuales en el proceso de producción de humus de lombriz, el cual se encuentra en la actualidad en etapa de planificación y desarrollo, esto con la finalidad de minimizar el impacto negativo generado en el desarrollo de nuestras actividades y el reaprovechamiento de éstas.

Una de las medidas adoptadas en la iniciativa fue la realización de la “Caracterización de los Residuos Verdes”, que tuvo como objetivo dar a conocer los tipos de residuos y sus volúmenes, lo que favoreció en la planificación para el reaprovechamiento de los mismos en diversos procesos productivos. En la tabla 2 se muestran los resultados.

Tabla 2

	Total	Aprovechables		No Aprovechables
		Bio-abonos	Chips	
Volumen (m³)	540	121	324	95
Porcentaje (%)	100	22	60	18

Fuente: Caracterización de residuos sólidos verdes del PATPAL

Para la difusión de los conocimientos sobre la aplicación de esta experiencia en la gestión de estos residuos se han desarrollado los siguientes medios:

- Talleres de “Compostaje domiciliario”, el cual tiene como objetivo sensibilizar al público en general sobre las diversas alternativas de conservación del medio ambiente a través de simples prácticas en nuestro quehacer diario;
- Charlas y capacitaciones sobre los procesos productivos de abonos orgánicos, que se llevan a cabo para el alumnado de colegios, institutos y universidades; y también al personal de instituciones interesadas en el desarrollo de estas experiencias.

d. Dificultades

En el proceso de implementación y ejecución de esta iniciativa se identificaron las siguientes amenazas que se muestran a continuación en la Tabla 3:

Tabla 3

Dificultad Interna	¿Cómo la enfrentó?
Convencionalismo por parte de los trabajadores para adoptar medidas de mejora.	Capacitaciones para información del que y porqué se debía gestionar los residuos verdes producto de nuestras actividades.
No se contaba con registro de estudios sobre los residuos verdes.	Se realizó el estudio sobre la Caracterización de los residuos verdes del PATPAL.
El material residual de las actividades de mantenimiento de las áreas verdes no llegaba a los centros productivos.	Se implementó la Gestión de los Residuos verdes del PATPAL.
Carencia de los insumos nitrogenados (estiércol) que se necesitaban para la producción.	Se buscaron otras alternativas de abastecimiento del material, caso del Hipódromo de Monterrico.
Limitación para abastecer del recurso hídrico a los procesos productivos de abonos orgánicos.	Inicialmente se utilizó los camiones cisterna para el abastecimiento, a la fecha se encuentra en ejecución las mejoras del sistema de riego de los centros de producción.
Máquinas y equipos	Se brindó el mantenimiento debido y en la actualidad se encuentran de forma operativa.
Falta de personal para el desarrollo de las actividades requeridas	Se realizó una reorganización de las labores de los operarios con lo que se pudo duplicar el número de personas operando en la actividad.

Dificultad Externa	¿Cómo se enfrentó?
Falta de conocimiento sobre la gestión de residuos y su importancia	Brindando talleres demostrativos de cómo se puede reaprovechar nuestros residuos desde casa.

e. Aliados

Para el desarrollo de las actividades que forman parte de esta iniciativa se requirió del apoyo de ciertos órganos e instituciones, las cuales según sus capacidades han aportado de diferentes maneras, ya sea desde el apoyo con equipos o ciertas maquinarias hasta el intercambio de conocimiento y experiencias. Ver tabla 4.

Tabla 4

Aliados Internos	Aliados Externos
La División de Zoología del Parque de las Leyendas, la cual nos abre las puertas de forma mensual para la realización de operativos de recolección del material nitrogenado (estiércol de animales herbívoros), el cual es necesario para el correcto proceso de producción de abonos orgánicos.	Públicos No se contó con este tipo de aliados externo.
La División de Infraestructura y Mantenimiento, los cuales nos apoyan semanalmente con la operatividad de la máquina Bobcat (mini cargador frontal) para el volteo del material en descomposición, el cual requiere de una buena aireación para su correcta degradación.	Privados El Hipódromo de Monterrico, quienes nos permiten el ingreso según nuestra necesidad para realizar operativos de recolección del material nitrogenado (estiércol de caballo), el cual es necesario para el correcto proceso de producción de los abonos orgánicos. AproPisco, institución con la cual se ha realizado el intercambio de experiencias en los procesos de producción de compost, lo beneficia en la mejora de nuestros procesos de producción.

f. Difusión de la práctica

La División de Botánica realiza la difusión de los conocimientos sobre la aplicación de esta experiencia mediante el desarrollo de talleres y charlas gratuitas en las instalaciones de nuestra institución, dirigido a nuestro público visitante y/o instituciones educativas, privadas o gubernamentales que quieran contar con dicha información. Los canales que se utilizan para la difusión son los siguientes:

- Talleres de “Compostaje domiciliario”, el cual tiene como objetivo sensibilizar al público en visitante acerca de las diversas alternativas de conservación del medio ambiente a través de simples prácticas en nuestro quehacer diario y se realiza aproximadamente de manera bimestral;
- Charlas y capacitaciones sobre los procesos productivos de abonos orgánicos, esto es desarrollado según las necesidades de nuestro público visitante siendo dirigido para el alumnado de colegios, institutos, universidades y también para el personal de instituciones interesadas en replicar estas experiencias.

RESULTADOS

A través de la implementación de esta iniciativa, el Parque de las Leyendas por medio de la División de Botánica cuenta en la actualidad con un sistema de gestión y valorización de los residuos verdes producidos como resultado del desarrollo de nuestras actividades. Es así que disponemos de sistemas productivos utilizando estos residuos como insumos en nuestra cadena productiva y obteniendo como resultado productos que son nuevamente insertados en nuestras actividades de mantenimiento de las áreas verdes, esta producción se puede medir mediante metas mensuales establecidas. Ver tabla 5.

Tabla 5. Promedio mensual de producción de abonos orgánicos y chips

Producto	Meta mensual (Tn)	Promedio mensual (Tn)
Humus	4	5.5
Compost	3.5	5
Chips	-	1.5
TOTAL	7.5	12.0

Fuente: elaboración propia en base al POI 2018 de la División Botánica

Es así que podemos observar una mejora en cuanto las cantidades de producción de abonos y enmiendas que se genera mensualmente, lo que nos muestra el impacto positivo de la aplicación de esta experiencia en nuestra institución.

Además, dentro de los resultados se puede identificar el beneficio que se genera a raíz de la Valorización de nuestros residuos, lo que conlleva a un ahorro económico para la institución. Ver tabla 6.

Tabla 6. Costo de los productos generados en base a residuos verdes

Producto	Producción		Costo del producto en mercado local (S/)
	Tn	Sacos	
Humus	5.5	184	4 600
Compost	5	167	4 008
Chips	1.5	115	4 025
TOTAL	13.5	819	12 633

Valor referencial saco de compost de 30 kilos a S/24.00, saco de humus de 30 kg a S/25.00 y saco de chip de 13kg a S/35.00.

Adicionalmente se considera dentro de estos beneficios la reducción del gasto mensual por servicio de eliminación de maleza, material que representa 540m³ aproximadamente y del cual se reaprovecha el 80%, quedando como restante solo un 20% por eliminar, lo que se muestra reflejado numéricamente. Ver tabla 7.

Tabla 7. Costo de eliminación de residuos verdes

Residuos verdes	Volumen (m3)	Costo eliminación mensual (S/)
Reutilizado / Aprovechable	432	10368

Valor referencial de eliminación de maleza de S/24.00 por m³

Como se puede observar, el impacto positivo generado en la economía de la institución por la implementación de la Valorización de Residuos Verdes es relevante, por lo que se puede inferir de los datos anteriores que se promueve el ahorro de S/23 001 soles mensuales, los cuales terminan siendo destinados al desarrollo de otras actividades para la mejora del parque. Esto adicionalmente al reconocimiento de la institución como una entidad que opera con responsabilidad ambiental, comprometiéndose en reducir el impacto garantizando el cumplimiento del ciclo natural ecológico.

La implementación de esta iniciativa nos permite tener como resultado el equilibrio ecosistémico urbano ya que la producción de los abonos orgánicos (humus y compost) y los elementos fitodecorativos (chips y rodetes) nos permiten el constante mantenimiento y ampliación de las verdes de nuestra institución de una manera saludable y ecoamigable. En la actualidad contamos con 25.5 has de áreas verdes, las cuales están a disposición de nuestros visitantes, los cuales pueden contar con 39m² de áreas verdes/visitante, lo que supera de forma significativa los 9,2 m² de áreas verdes por habitante que recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS) para el goce de una buena calidad de vida.

Además de lo expuesto anteriormente, se considera como resultado de la aplicación de esta experiencia al incremento de 1.5 has de áreas verdes y al buen mantenimiento de estos espacios, que ha obtenido una notable mejora pudiéndose reflejar en números con el incremento sobre el promedio mensual del número de visitantes a nuestra institución en un 5%. Ver tabla 8.

Tabla 8. Áreas verdes disponibles y número de visitantes

Año	Áreas verdes (m ²)	Promedio de visitantes / mes	Promedio de visitantes / día	Áreas verdes/ visitante (m ² / persona)
2015	240 000	187 417	6247	38.4
2017	255 000	195 940	6532	39.04

Fuente: elaboración propia

Esto sin contar con el registro de comentarios positivos que se pueden obtener de los medios sociales masivos, donde se destaca las mejoras observadas en los espacios verdes y la buena experiencia que esto les brinda.

Cabe resaltar que esta iniciativa se desarrolló proyectando su sostenibilidad en el tiempo, ya que el mantenimiento y conservación de las áreas verdes de nuestra institución es una actividad que se realiza diariamente, lo que nos lleva a la producción de los residuos verdes de forma constante. Este material es reaprovechado y transformado mediante la producción de enmiendas para la fertilización de los suelos, asegurando así el óptimo mantenimiento de las áreas verdes siendo destinados a las diferentes actividades desarrolladas por nuestra División, éstas son:

- Producción de plantas ornamentales para la fitodecoración,
- Fertilización, abonamiento y recuperación de áreas verdes.

- Mantenimiento y renovación de macizos, jardineras y topiarios.
- Mantenimiento del Jardín Botánico (Cactáreo de Lima, Jardín de Vulnerables, Jardín de Helechos, Jardín de Bromelias, etc).
- Mantenimiento del campo frutícola.

A partir de la aplicación de esta iniciativa se puede considerar que la situación del Parque de las Leyendas ha mejorado, lo que puede demostrarse con la mayor afluencia de público visitante, quienes ahora pueden disfrutar de los beneficios ambientales y paisajísticos ofrecidos por el buen estado de nuestras áreas verdes que son mantenidas a base del reaprovechamiento de nuestros residuos. Esto a la vez realza la imagen de la institución por ser una entidad que desarrolla sus actividades de forma eco-amigable y que por su ubicación estratégica dentro



Foto 05 y 06: Taller de compostaje domiciliario y Charla sobre proceso de producción de humus

de la urbe limeña, brinda muchos beneficios ambientales mejorando la calidad de vida de sus habitantes.

En este sentido se puede considerar que gracias a la ejecución de ésta práctica se ha impactado de forma positiva al medio ambiente, obteniendo un sinnúmero de beneficios ecológicos y medio ambientales, dentro de los cuales destacan los siguientes:

- Garantizar el cumplimiento del ciclo ecológico, regresando al ecosistema el carbono y nitrógeno de forma correcta.
- Reducción de la cantidad de residuos, al implementar la valorización de estos se disminuye la cantidad de material que finalmente llega a los vertederos.
- Disminución de la contaminación a la que se somete al planeta, ya que se reaprovecha un 80% de los residuos generados por el desarrollo de las actividades de mantenimiento de las áreas verdes.
- Reducción en los costes para la compra de fertilizantes y enmiendas para mejoramiento el suelo por la reutilización de los residuos verdes.
- Asegura el correcto mantenimiento de las áreas verdes y la habilitación de nuevos espacios dentro de nuestra institución.

- Conservación de nuestras áreas verdes y población arbórea, lo que reduce el grado de radiación solar, el movimiento del viento, la humedad del aire y suelo, la temperatura del aire, etc.
- Facilita y favorece la interacción social, aumenta las posibilidades de realizar más actividad física y mantener una vida más sana.

A continuación se presenta en el siguiente cuadro los logros alcanzados por la práctica expresados en indicadores medidos. Ver Tabla 9.

Tabla 9. Áreas verdes disponibles y número de visitantes

Variable	Indicador	Situación previa a la Experiencia	Resultados después de la Experiencia
Gestión de residuos verdes	Cantidad de residuos verdes acopiados	Se acopiaba el material verde residual para su posterior eliminación.	El 80% de los residuos verdes son segregados y derivados a centros de producción correspondientes.
Valorización de los residuos verdes	Producción de abonos orgánicos y chips de madera.	Producción mínima de abonos orgánicos. Humus 3.5 Tn Compost 3 Tn Chips 0 Tn	Producción en la actualidad: Humus 5.5 Tn Compost 5 Tn Chips 1.5 Tn
Ahorro	Nuevos soles ahorrados de forma mensual	Costo por disposición final de 432 m ³ de residuos verdes y compra de abonos orgánicos.	Ahorro de S/23 001, presupuesto que es destinado a la mejora de otras actividades.
Estiércol acumulado en los recintos de animales herbívoros del Parque de las Leyendas	Cantidad de material residual acopiado	No se cuenta con registros de esos datos.	Utilización mensual de siguiente material: -300 sacos de estiércol de búfalos -34 m ³ de volquetes de estiércol de hipopótamo -20 sacos de estiércol de ovinos -250 sacos de estiércol de caballo
Servicios ambientales para la mejor calidad de vida	Número de áreas verdes establecidas y mantenidas en la institución por visitante	Se contaba con 24 has de áreas verdes que no estaban bajo un correcto mantenimiento.	En la actualidad contamos con 25.5 has de áreas verdes en perfecto estado, por lo que actualmente se brinda 39m ² de áreas verdes/visitante.
Operatividad en los procesos de producción	Número de trabajadores requeridos en el área	Se contaba con 02 trabajadores para las actividades de producción de abonos orgánicos.	Actualmente contamos con 05 trabajadores para las actividades de producción de abonos y chips.
Nivel de conocimiento sobre la gestión de los residuos verdes.	Número de trabajadores capacitados	Personal no conocía de la importancia de la gestión de los residuos verdes.	Capacitación permanente de los 100 colaboradores de la División y del parque que participan de esta iniciativa.

Este escenario que en la actualidad es sostenible y efectiva, representa un modelo de gestión y valorización de los residuos verdes producto del desarrollo de nuestras actividades, lo cual puede ser replicable en cualquier institución que tengan el propósito de convertirse en gestores responsables, tal es el caso de los municipios distritales o asociaciones privadas.

Como aprendizaje de la aplicación de esta iniciativa se puede resaltar que la aplicación de la cultura ecológica en las actividades brinda beneficios sostenibles y rentables para las diversas instituciones, desarrollándose cadenas productivas que involucre la reutilización de los residuos que son generados como resultantes de las actividades realizadas; por lo que se considera que la Valorización de residuos no solo es una actividad recomendable, sino que se ha convertido en una acción de vital importancia para el mantenimiento de la vida en el planeta. Esto sin contar con la satisfacción que resulta de saber que la buena gestión involucra también la responsabilidad ambiental, lo que beneficia a la salud, conservación de nuestro ecosistema.

En los procesos de producción considerados en esta práctica se han presentado oportunidades de mejora, por lo que actualmente se encuentra en proceso la ejecución de las actividades contempladas dentro del Plan de Producción de Abonos Orgánicos para el presente año, que fue desarrollado por nuestra División. Dentro de estas oportunidades se ha considerado el mejoramiento de la infraestructura de los centros de producción de compost y humus, habilitación y/o mejoramiento de las redes de riego, colección de los lixiviados que resultan como producto de la proceso de degradación, entre otros.

Figura 1. Ciclo de Valorización de los Residuos Verdes



CONCLUSIONES

El 80% de los residuos verdes producto de las actividades de mantenimiento de las áreas verdes, son segregados y derivados a Centros de producción de abonos orgánicos, para su reaprovechamiento dentro de los procesos productivos de compost, humus de lombriz y chips de madera.

La implementación de esta práctica trajo como resultado el ahorro de S/23 001, ya que se minimizaron los costos de compra de abonos orgánicos y contratación del servicio de disposición final.

Se incrementó la producción mensual de compost de 3 Tn (100 sacos) a 5 Tn (167 sacos) en el periodo de implementación de la práctica.

Se incrementó la producción mensual de humus de lombriz de 3.5 Tn (117 sacos) a 5.5 Tn (183 sacos) en el periodo de implementación de la práctica.

Se implementó la producción de chips de madera, logrando producir 115 sacos de chips (aprox. 1.5 toneladas).

Se logró el correcto abastecimiento de material vegetal y nitrogenado para nuestra producción de compost, humus de lombriz y chips de madera.

La implementación de esta iniciativa nos ha permitido contribuir al equilibrio ecosistémico urbano, ya que la producción de los abonos orgánicos y los elementos fitodecorativos a partir de nuestros propios residuos, nos permiten el constante mantenimiento y ampliación de las verdes de nuestra institución de una manera saludable y ecoamigable.

Se logró realizar la capacitación para de los colaboradores con el fin de sensibilizar al personal sobre la gestión de los residuos verdes y su segregación, logrando la participación activa de todos.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

RIVERA, Jackelyn. 2018. "Plan de Producción de Abonos Orgánicos del Parque de las Leyendas" Lima, Perú.

