



CUADERNO DE
INVESTIGACIÓN 8

División de **Botánica**





**Patronato Parque de las Leyendas
Felipe Benavides Barreda**

Presidente del Consejo Directivo

Willy Arturo Olivera Absi

Directora Ejecutiva

Julia Azucena Colcas Vargas

Gerente de Operaciones

Ing. Daniel Orrego Medina

Jefe de la División de Botánica

Carlos Tejada Vera

Equipo de Trabajo

Geraldine Gallardo Navarro, Carmen
Pilar Martinez Gomez, Geysler Mendoza
Saucedo, María Isabel Manta Nolasco
Luis Shuseki Yoza Yoza.



www.leyendas.gob.pe

Primera edición: Lima, noviembre del 2018
Cuaderno de investigación de la División de Botánica N° 8
Parque de las Leyendas
Lima, Perú

Parque de las Leyendas
botanica@leyendas.gob.pe
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: Edson Jara Zegarra
Edición: Carlos Tejada Vera y Carmen Pilar Martínez Gómez.
Fotografía: División de Botánica

Hecho en Perú



PRESENTACIÓN

Continuando con la labor de difusión científica de las investigaciones realizadas por la División de Botánica del Parque de las Leyendas se presenta el octavo número del Cuaderno de Investigación, de los cuales se desprenden datos importantes que contribuyen al incremento del conocimiento colectivo. Estos estudios son realizados por el equipo de investigadores de División de Botánica. En el presente número se desarrollan temas sobre Ecología, Conservación y Manejo de la flora.

Convencidos una vez de que con la publicación de este libro se afianzará nuestro compromiso en las áreas de Educación y Conservación, queda nuestro agradecimiento a todo el equipo de la División de Botánica, a sus investigadores y colaboradores.

Gracias por su preferencia.

División de Botánica
Parque de las Leyendas

SUMARIO

- 1.- Introducción de especies nativas a los espacios verdes urbanos pág 13
Autor: Carmen Martínez Gómez.
- 2.- Ensayo preliminar sobre la germinación en *Loxanthocereus xylorhizus* F. Ritter (CACTACEAE) pág 26
Autor: Geraldine Gallardo Navarro.
- 3.- “El Parque de las Leyendas usa métodos no destructivos para determinar el riesgo de caída de árboles urbanos” pág 36
Autores: Geysler Mendoza Saucedo, María Isabel Manta Nolasco y Luis Shuseki Yoza Yoza.
- 4.- Regeneración natural en el Jardín Botánico del Parque de las Leyendas, lima - Perú pág 48
Autor: Carmen Martínez Gómez.

INTRODUCCIÓN DE ESPECIES NATIVAS A LOS ESPACIOS VERDES URBANOS

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolla en el Jardín Botánico del Parque de Las Leyendas, el mismo que consiste en el estudio de especies nativas que pudieran ser introducidas en los distintos espacios verdes como parques públicos y jardines.

La incorporación de nuevas especies en cualquier actividad es de gran valor, no solo por el crecimiento en número y diversidad, sino por la gran importancia que reviste para la protección, conservación y propagación de material botánico poco conocido por la población local. Los resultados obtenidos reflejan que hay especies que presenta un alto potencial ecológico y ornamental sea por el color, por el follaje, fácil reproducción, durabilidad de sus flores, bajo requerimientos hídricos y por ser especies perennes.

En total se han seleccionado 12 especies nativas del Jardín Botánico del Parque de Las Leyendas, las mismas que han logrado adaptarse a las condiciones ambientales de la ciudad de Lima y que además presentan cualidades y características particulares.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de plantas ornamentales constituye una ocupación básica de la humanidad. La habilidad del hombre en la propagación y el cultivo de variedades específicas, no estuvo solo en función de su uso alimenticio o de protección, sino también en la búsqueda de recreación y satisfacción estética, como elemento favorable para la salud mental.

En este contexto, los jardines se reconocen como un gran componente de dichos espacios, siendo importante definir mecanismos para fomentar el manejo sostenible de la vida silvestre en ellos, considerando diferentes escalas a nivel de ciudad (Goddard et al., 2010).

En ese sentido, Cameron et al. (2012) señalan que los jardines constituyen un componente importante de la infraestructura verde urbana, sus méritos o beneficios dependen de la gestión que de ellos se haga, siendo necesario articular su manejo a la escala del paisaje urbano.

Así mismo, en referencia a la flora de los jardines urbanos, estos están considerados como fuentes de provisión de recursos para la vida silvestre, a la vez que puede ser el hábitat de especies no nativas, siendo probablemente la mayor fuente de especies exóticas potencialmente invasoras (Smith et al., 2006).

De manera similar a lo que ocurre en otras ciudades del mundo, la jardinería urbana en la ciudad de Lima va siendo cada vez más el reflejo de una transnacionalización del paisajismo y de las especies vegetales asociadas, trayendo consigo una utilización creciente de especies exóticas, como lo evidencian estudios de censos de las áreas verdes que reportan mayor diversidad y frecuencia de especies exóticas en las áreas de urbanización, caracterizadas por ser jardines y parques con propósitos

más ornamentales que funcionales o ecológicos.

Hoy en día, ante el avance eminente de la urbe y que en muchos casos a conllevado a la fragmentación de ambientes naturales, se realza la importancia de los espacios verdes urbanos más aún si estos pudieran contribuir con la conservación de la biodiversidad local.

Es un hecho que ante el avance de la urbe hay una indudable pérdida de especies y hábitats en los espacios ocupados, y trae consigo una gran introducción de especies exóticas al ambiente ciudadano (Puppim et al., 2011).

McKinney (2006) y Bigirimana et al. (2012) advierten de la importancia de tomar medidas para la conservación de la biodiversidad en las ciudades, en tanto los procesos de urbanización tienden a promover una relativa homogenización, incluso de la vegetación espontánea, en favor de las especies nativas e introducidas.

La preferencia por el uso de especies nativas, es un punto de partida que puede contribuir con la disminución de uso de insumos químicos, riego y laboreo, puesto que son generalmente más resistentes al clima y al ataque de plagas; a su vez, su uso favorece con la conservación de la biodiversidad local, pudiendo reducir el riesgo potencial de invasión asociado con el uso de especies introducidas.

Hoy en día, el Jardín Botánico del Parque de Las Leyendas, es un espacio donde se aprecia especies que en su mayoría han logrado la adaptación al clima, humedad, exposición y condiciones del suelo, y sobre esta línea trata de proponer la introducción de especies nativas y exóticas con potencial ornamental a los espacios públicos y otras áreas de visitas.

El objetivo del presente estudio es proporcionar información de plantas nativas del Jardín Botánico que podrían considerarse su introducción a los espacios públicos como las áreas verdes, parques y/o jardines y de esta manera revalorar y difundir las especies nativas, contribuyendo además con el equilibrio ecológico, la conservación, y enriquecimiento del panorama visual.

CONCEPTO Y GENERALIDADES

Jardín urbano

Un jardín se reconoce hoy como un elemento de gran importancia en los conglomerados urbanos, éste constituye una representación estética y cultural que conlleva valores o significados de tipo ambiental, configurando un paisaje, con una determinada biodiversidad incorporada en la ciudad.

Jardinería sostenible

La jardinería sostenible busca racionalizar al máximo el uso de recursos en el mantenimiento de un jardín. El jardín sostenible se adapta a las condiciones de su ciudad, región o zona sin desperdiciar en lo mínimo el uso de los recursos y respetando su entorno, intentando siempre y usar productos naturales y reciclables. El diseñar y mantener jardines con criterios de sostenibilidad contribuye a reducir el uso de recursos. Además, se logran otros beneficios, como una mayor biodiversidad, un mejor microclima o una mejor calidad del aire.

Jardín xerófilo

Es aquel que está compuesto por plantas que se sitúan en el lugar y ambiente correctos que hacen que sus necesidades de agua y nutrientes estén prácticamente cubiertos por el entorno donde se ubican.

Un jardín xerófilo se relaciona habitualmente con jardines en climas secos donde el diseño de jardines opta por plantas que precisan menos agua.

Especie nativa

Son aquellas que crecen en el área biogeográfica de donde son originarias y que durante miles de años fueron adaptándose a las condiciones químicas (salobridad, acidez, alcalinidad) del suelo de una determinada región geográfica, como así también a las condiciones físicas (temperatura, vientos, regímenes de lluvia) de la misma región, considerándose así como indígenas y/o, autóctonas a las plantas propias de las zonas de origen, independientemente de límites políticos de provincias y países.

¿Por qué introducir plantas nativas?

La introducción de especies nativas contribuye de manera directa o indirecta con la:

Restauración ecológica

La restauración ecológica es necesaria en los casos en que un ecosistema dañado no es capaz de recuperarse naturalmente, y su meta u objetivo final es “llevar” el ecosistema dañado a un estado lo más parecido posible a lo que se encontraba antes de que ocurriera la alteración.

Tiene varios objetivos fundamentales, como detener las causas que originaron la degradación, recuperar la vegetación nativa de los ecosistemas, estimular la regeneración natural y promover acciones de auto-recuperación que permitan al ecosistema sostener su recuperación en el tiempo. De esta forma, cuando se quiere restaurar, se debe pensar en plantar especies que soporten las condiciones que existen en el sitio (alta luz solar, fluctuaciones de temperatura y humedad, etc.).

Jardinería y paisajismo

Los parques, plazas y jardines pueden ser importantes refugios para la biodiversidad en las grandes ciudades, siendo por ello, importante propiciar las asociaciones de plantas nativas que formen hábitats silvestres para la fauna local, como las aves e insectos.

Corredores biológicos

Lamentablemente el crecimiento de la vida urbana pone en riesgo la biodiversidad, conscientes de ello, es necesario crear y ambientar “corredores biológicos” que buscan proteger a las especies que habitan su zona fronteriza.

Los corredores biológicos corresponden a franjas de vegetación que permiten comunicar fragmentos de bosques que se encuentran aislados por praderas, cultivos o ciudades. Esto permite a animales que no pueden sobrevivir fuera del bosque desplazarse para buscar pareja o nuevos hogares y así asegurar su sobrevivencia. Fomentar la reforestación y/o forestación contribuye a formar corredores donde no los hay. Esto es un efectivo e importante mecanismo de ayuda a la conservación de la biodiversidad.

Descripción:

Cactus arbustivo, de 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, blanco verdosos a rosados, semillas negras, brillantes.

Propagación por semillas (sexual), proceso de germinación supera el 50% y asexual por esquejes.

Requerimiento hídrico: bajo

Hábitat: valles costeros.

9. "CACTUS"

Nombre científico: *Haageocereus pseudomelanostele* (Werdermann & Backeberg) Backeberg subsp. setosus (Akers) Ostolaza

Familia: CACTACEAE

Descripción:

Tallos más altos y gruesos, areolas con más pelos y cerdas blancas, espinas más pequeñas y delgadas y flores rojas más pequeñas.

Propagación por semillas (sexual), proceso de germinación supera el 50% y asexual por esquejes.

Requerimiento hídrico: Bajo

Hábitat: zonas áridas.

10. "ALISO"

Nombre científico: *Alnus acuminata* Kunth

Familia: BETULACEAE

Árbol o arbusto perennifolio de la región andina, de 10 a 25 m (hasta 30 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 35 a 40 cm (hasta 1 m).

Tronco cilíndrico a ligeramente ovalado. Generalmente con varios troncos.

Copa estrecha (angosta) y piramidal (en plantaciones), en bosquetes sucesionales toma formas irregulares.

Corteza lisa o ligeramente rugosa, escamosa en individuos viejos, con frecuencia marcada con arrugas transversales o constricciones circundantes.

Hojas con la lámina ovada, de 6 a 15 cm de largo y 3 a 8 cm de ancho, margen agudamente biserrado; el haz y el envés glabros en la madurez.

Flor(es): Inflorescencias masculinas en amentos de 5 a 10 cm de largo, generalmente en agrupaciones de 3; inflorescencias femeninas 3 a 4 en racimos, de 3 a 8 mm de largo en antesis; conos de 11 a 28 mm de largo y de 8 a 12 mm de diámetro.

Fruto(s): Fruto elíptico a obovado, papiráceo a coriáceo, con el margen alado y estilo persistente. Las alas angostas de 2 a 2.3 mm de largo y 0.2 a 1 mm de ancho, el cuerpo de 1.5 a 3 mm de largo y 1.5 a 1.8 mm de ancho.

Propagación: Semillas del 50 a 70 % de germinación y al sexto mes sólo el 10 % y vegetativamente mediante acodo aéreo.

Requerimiento hídrico: moderado

Hábitat: quebradas y en hábitat de condiciones secas

11. "ARRAYAN"

Nombre científico: *Myrcianthes ferreyrae* (McVaugh) McVaugh

Familia: MYRTACEAE

Descripción:

Árbol o arbusto de más de 7 m de alto con ramas derechas blanco-apresadas o pelos marrones. Sus hojas son ampliamente elípticas o aovadas, redondeadas en la base o emarginadas en la punta, coriáceas, verde-grisáceo arriba y marrón-rojizo oscuro en el envez.

Las flores blancas reunidas en dicasios simples de tres flores, tienen cáliz lobulado y corola con pétalos elípticos con lóbulos del cáliz anchos y coriáceos, 2-3 mm de largo; disco 3 mm amplio; estilo 7-9 mm. largo.

Fruto baya de aproximadamente 7-10 mm de diámetro, semillas 1 ó 2, aproximadamente 7 mm de largo.

Propagación por semillas (sexual), proceso de germinación supera el 60%.

Requerimiento hídrico: bajo

Hábitat: lomas costera (Arequipa)

12. "CAPIRONA"

Nombre científico: *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex Schum

Familia: RUBIACEAE

Descripción:

Árbol de la región amazónica de 15 a 27 m, de tronco recto y ramificado, de copa heterogénea, corteza de color marrón o verde petróleo brillante.

Hojas oblongas u ovado oblongas de 9 a 17 cm de longitud, simples, opuestas, pecioladas, penninervadas.

Inflorescencias terminales cimosas. Flores pequeñas, blancas, bisexuales y aromáticas.

Fruto cápsula oblonga de 8 a 11 mm de longitud. Semillas comprimidas angulosas y aladas en ambos extremos, con endosperma carnoso

Propagación por semillas

Requerimiento hídrico: moderado

Observaciones: Se desarrolla en suelos arenosos y arcillosos que presenten un contenido medio o alto de materia orgánica. Prefiere suelos con pH de 7.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por las características botánicas como ser perenne, floración casi todo el año, fácil reproducción y adaptabilidad, es posible introducir las especies señaladas a los diversos espacios verdes urbanos.

La presencia de especies nativas del presente estudio es nula y/o pobre en los

diversos espacios públicos como parques, jardines urbanos.

La introducción de especies contribuye a revalorar y concientizar a los ciudadanos la necesidad de conservar y proteger la diversidad biológica local.

La interacción de las instituciones como las municipalidades, jardines botánicos, etc. contribuiría a fomentar la introducción de especies nativas en los distintos espacios urbanos con la finalidad de repotenciar el atractivo turístico mediante del mejoramiento de las áreas verdes.

Se pone de manifiesto la necesidad de seguir complementando la política pública ambiental de la ciudad, a través del mejoramiento de los instrumentos normativos y técnicos referente a la conservación de biodiversidad de la ciudad y la región, mediante el desarrollo de una jardinería urbana conservacionista y ecológica como parte de los procesos de renovación y expansión.

Aprovechar el potencial de las especies nativas en cuanto a su potencial ornamental y ecológico.

Fomentar la investigación sobre especies nativas y exóticas ecológicamente funcionales para la ciudad.

Los jardines botánicos juegan un papel importante en la conservación de material genético vegetal, constituyéndose de por sí como depositarios, reservas, bancos de germoplasma y proveedores de plantas nativas.

Fomentar la reforestación urbana con árboles nativos.

Los viveros de municipalidades regionales deberían cumplir un papel relevante como proveedores de plantas nativas, sobre todo ahora que se reconoce su importancia para la conservación de la biodiversidad local y regional.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Cameron, R. W. T., Blanusa, J. E., Taylor, A., Salisbury, A. J., Halstead, B., Henricot & Thompson, K. (2012). The domestic garden – its contribution to urban green infrastructure. *Urban Forestry and Urban Greening* 118(2): 129-137.
- Goddard, M. A., Dougill, A. J. & Benton, T.G. (2010). Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments. *Trends in Ecology and Evolution* 25(2): 90-98.
- McKinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*. 127(3): 247-260.
- Ostolaza, C. (2011). 101 Cactus del Perú. Ministerio del Ambiente. Lima. 253p.
- Puppim, J. A., Balaban, O., Doll, C.N., Moreno, R., Gasparatos, A., Lossifova D. & Suwa A. (2011). Cities and biodiversity: Perspectives and governance challenges for implementing the convention on biological diversity (CBD) at the city level. *Biological Conservation* 144(5): 1302-1313.
- Smith, R.M., Thompson, K., Hodgson, J.G., Warren P.H., & Gaston. K. J. (2006). Urban domestic gardens (IX): Composition and richness of the vascular plant flora, and implications for native biodiversity. *Biological Conservation* 129(3): 312- 322.

Anexo



1. *Capparis scabrifolia* H.B.K. "sapote del norte"



2. Frutos de "sapote del norte"



3. *Geoffroea decorticans* "Chañan"



4. Frutos inmaduros de "chañan"



5. *Myrcianthes ferreyrae*



6. Flor de arrayan



7. *Calycophyllum spruceanum* "Capirona"



8. *Alnus acuminata* "Aliso"

Plantas para cubrir suelo



9. *Nolana humifusa* "Nolana"



10. Flores de *Nolana*



11. *Sesuvium portulacastrum* "Verdolaga"

Especies para jardines xerofilos



12. *Haageocereus albispinus*



13. Flor de *Haageocereus albispinus*



14. *Espositoa melanosteale*



ENSAYO PRELIMINAR SOBRE LA GERMINACIÓN EN *Loxanthocereus xylorhizus* F. Ritter (CACTACEAE)

RESUMEN

El proyecto “Propagación de cactus nativos” iniciado el año 2014, tiene como uno de sus objetivos principales la propagación de cactus endémicos de la ciudad de Lima y la creación de un banco de germoplasma para trabajos de investigación, propagación y conservación de ejemplares endémicos.

La presente investigación se llevó a cabo durante los meses de agosto y octubre del año 2016. El objetivo del estudio fue la evaluación de la tasa de germinación de la especie *Loxanthocereus xylorhizus* F. Ritter., debido a que este cactus presenta escasa regeneración natural, además se encuentra en estado de peligro crítico según decreto Supremo 043-2006-AG, lo que representa un grave riesgo de extinción en un futuro inmediato, por ello surge la necesidad de contribuir con su conservación. El resultado demuestra que la tasa de germinación es muy baja. Para este estudio se evaluó la influencia germinativa de tres tipos estados de fructificación, concluyéndose que los estadios del fruto influyen en germinación de las semillas de las semillas. Así mismo se estudió dos tipos de sustrato y la influencia que este pudiera ejercer sobre la germinación de la misma.

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 como eje principal de todos los procesos y en la cadena trófica de una serie de organismos, al constituir la cobertura vegetal dominante (Ceroni & Castro, 2006). Sin embargo, la destrucción del hábitat natural de las cactáceas en Lima, debido a la expansión urbana y contaminación ambiental, está causando la pérdida de muchas especies endémicas.

Dentro de este contexto, desde la habilitación del Cactareo de Lima y el Cactareo del Jardín Botánico del Parque de las Leyendas, se viene promoviendo la conservación de las especies de cactus, mediante el programa de “Propagación de cactus nativos”, siendo uno de los objetivos de este programa, evaluar la tasa germinativa de especies en categoría de conservación como la especie *Loxanthocereus xylorhizus* F. Ritter,. En el presente artículo se presenta los ensayos preliminares de germinación de la especie *Loxanthocereus xylorhizus* F. Ritter, mediante la comparación germinativa de tres estados de maduración de los frutos y la influencia de distintos tipos de sustractos en la tasa germinativa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en el Cactareo de Lima de Parque de Las Leyendas, donde alberga más de 500 ejemplares agrupados en 21 especies propias de la ciudad de

Lima. En este recinto se hallan especies como *Mila caespitosa* Britton y Rose, *Islaya omasensis* Ostolaza & Mischler *Armatocereus matucanensis* Backeberg ex A.W. Hill, *Neoraimondia arequipensis* (Meyen) entre otras.

Colecta de material para propagación

El material usado proviene de la colecta de frutos de ejemplares adultos de *Loxanthocereus xylorhizus* F. Ritter ubicado en el Cactareo de Lima del Parque de las Leyendas. La colecta fue realizada a horas de la mañana, se extrajo la totalidad de frutos de los individuos, ya sean frutos verdes, rojos y muy maduros.

Descripción de la especie

Loxanthocereus xylorhizus Ritter, en Kakt. Südamer. (1981).

Sinónimo: *Cleistocactus xylorhizus*

Planta arbustiva, generalmente erecta, a veces decumbente, raíces gruesas y leñosas, ramificación basal, tallos verde-gris, 50 cm. de largo, rara vez hasta 1 m, ramas 5 a 7 cm. De grosor, costillas 14 a 19, con muescas, espinas centrales, rectas, subuladas, 5 cm. de largo, radiales 16 a 22, como agujas, marrón-amarillentas, 1 cm. de largo, flores rojas, oblicuas, 7 cm. de largo, frutos verde-marrón, 2 cm., redondeados.

Procedimiento

Las semillas fueron extraídas de los frutos de individuos adultos de *Loxanthocereus xylorhizus* F. Ritter. Para la extracción de semillas se procedió con la limpieza del fruto externamente, y con la ayuda de tela nylon y agua potable, se separó el mesocarpo de las semillas.

Se reservó la totalidad de las semillas, dejándolas secar a temperatura ambiente (22°C) durante 48 horas.

Paralelamente se prepararon los sustratos; se utilizó arena de río cernida y humus, se mezcló homogéneamente agregando agua para formar un sustrato humedecido en su totalidad. El sustrato se colocó en envases plásticos con agujeros en la base para obtener un correcto filtrado de agua y aire, ya que el envase se mantiene con tapa.

La primera capa de sustrato que se coloca es el hormigón grueso, seguida por el sustrato seleccionado, ya sea con hormigón o solo sustrato.

Los envases preparados proceden a la siembra de las semillas; estas son esparcidas suavemente cubriendo homogéneamente el área del envase.

Inmediatamente después se coloca cuidadosamente hormigón para que este ayude a evitar el cambio de temperatura durante el día y la noche. Después se tapa y se sella con parafilm para evitar intercambio gaseoso, mantener la temperatura alta y mantener la evotranspiración, creando el microclima adecuado para la germinación de cactus.

Los envases fueron almacenadas en el laboratorio de la División Botánica, con luz natural, a una temperatura de 25-27°C.

La evaluación se realizó desde el 30 de septiembre hasta el 31 de octubre.

Las observaciones de germinación se efectuaron todos los días contando el número de semillas germinadas, considerando cuándo emergía la radícula del embrión. Los

datos determinados fueron: comienzo de la germinación (IG), tiempo necesario para obtener el 50% final de la germinación (T50) y porcentaje de semillas germinadas, determinadas cuando al final del conteo de las últimas semillas ellas se mantenían constantes (PG). La germinación se dio por terminada a los \pm 30 días de su comienzo; una vez alcanzada ésta se prolongó por un periodo de más días hasta tener certeza de que nuevos conteos no incrementaban las semillas germinadas.

Los tratamientos

Los tratamientos fueron los siguientes:

✓ Tipo de sustratos

Sustrato 1

- Arena de río cernida: 75%
- Humus: 25%

Sustrato 1 + H

- Arena de río cernida: 70%
- Humus: 25%
- Hormigón grueso: 5%

El procesamiento, control y evaluación se realizó en las instalaciones del Laboratorio de la División Botánica del Parque de las Leyendas – Felipe Benavides Barreda.



Foto 1: Reconocimiento de *Loxanthocereus xylorhizus* en el Cactario de Lima. **Foto 2:** Ejemplar maduro de *Loxanthocereus xylorhizus*. **Foto 3:** Fruto normal-rojo. **Foto 4:** Fruto muy maduro. **Foto 5:** Fruto seco.

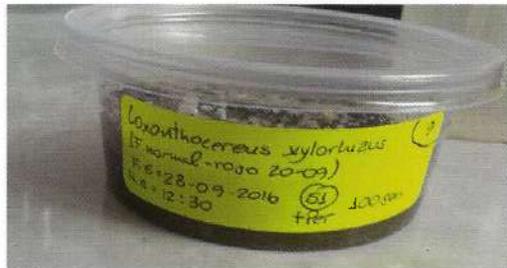


Foto 6: Se lavaron las semillas con agua potable separadas por fruto.

Foto 7: Las semillas fueron secadas al medio ambiente sobre papel toalla, durante 48 horas.

Foto 8 y 9: Se procedió a agregarle hormigón y se tapó el envase para después sellarlo con parafilm. Finalmente se rotularon para su correcto control.



Foto 10: plántulas de *Loxanthocereus xylorhizus*.

RESULTADOS

La colecta del material biológico se realizó el día 21 de septiembre del 2016 a las 9 am; el mismo día a las 11 am se realizó el proceso de semillas, dejando secar al ambiente las semillas procesadas durante 48 horas.

La siembra se realizó el día 23 de septiembre y la evaluación culminó el 31 de octubre del mismo año.

Tabla 1. Resumen del total de germinados de *Loxanthocereus xylorhizus*.

Estadio del fruto	Tipo de sustrato	Número de semillas sembradas	Total de germinados
Fruto muy maduro	S1	100	7
Fruto muy maduro	S1	57	5
Fruto normal rojo	S1	100	2
Fruto normal rojo	S1	100	8
Fruto normal rojo	S1	143	3
Fruto normal rojo	S1	100	10
Fruto normal rojo	S1	56	8
Fruto normal rojo	S1	100	14
Fruto normal rojo	S1	100	9
Fruto rojo	S1	126	2

La germinación empezó al día 10 después de sembrado, empezando por las semillas provenientes del fruto muy maduro y culminando el día 38 con las semillas provenientes del fruto normal rojo.

Tabla 2. Descripción de número de germinados por días después del sembrado.

	DÍAS DESPUES DE SEMBRADO														
	10	11	12	13	17	18	19	20	24	25	26	27	28	31	38
Fruto muy maduro	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fruto muy maduro	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fruto normal rojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Fruto normal rojo	0	0	0	0	2	1	1	0	3	0	1	0	0	0	0
Fruto normal rojo	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Fruto normal rojo	0	0	0	1	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	1
Fruto normal rojo	0	1	0	1	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
Fruto normal rojo	0	0	0	0	7	0	1	0	2	0	0	0	1	0	2
Fruto normal rojo	0	1	2	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fruto seco	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Análisis estadístico de semillas germinadas

Los resultados fueron estadísticamente evaluados usando la prueba kruskal-wallis para datos no paramétricos. Con este análisis se demuestra que hay mayor eficacia de germinación de semillas obtenidas de frutos muy maduros, seguido de aquellas obtenidas de frutos aparentemente maduros (rojo) y por último de fruto seco.

Variable	Grado de maduración	N	Medias	D.E	Medianas	H	P
ASEN_PROD_germinadas	Fruto muy maduro	32	0.25	0.05	0.25	13.42	0.0011
ASEN_PROD_germinadas	Fruto normal rojo	112	0.18	0.14	0.20		
ASEN_PROD_germinadas	Fruto seco	16	0.09	0.05	0.11		

En el gráfico 1, se observa que se obtuvo un menor porcentaje de germinación en el caso del fruto seco el cual alcanzó un promedio de 1.59% de tasa de germinación, siendo muy bajo el resultado. Las semillas provenientes del fruto maduro rojo se obtuvo un crecimiento progresivo a lo largo de la evaluación, en comparación con las semillas del fruto muy maduro que alcanzaron la estabilidad y con un promedio de germinación de 7.89%.

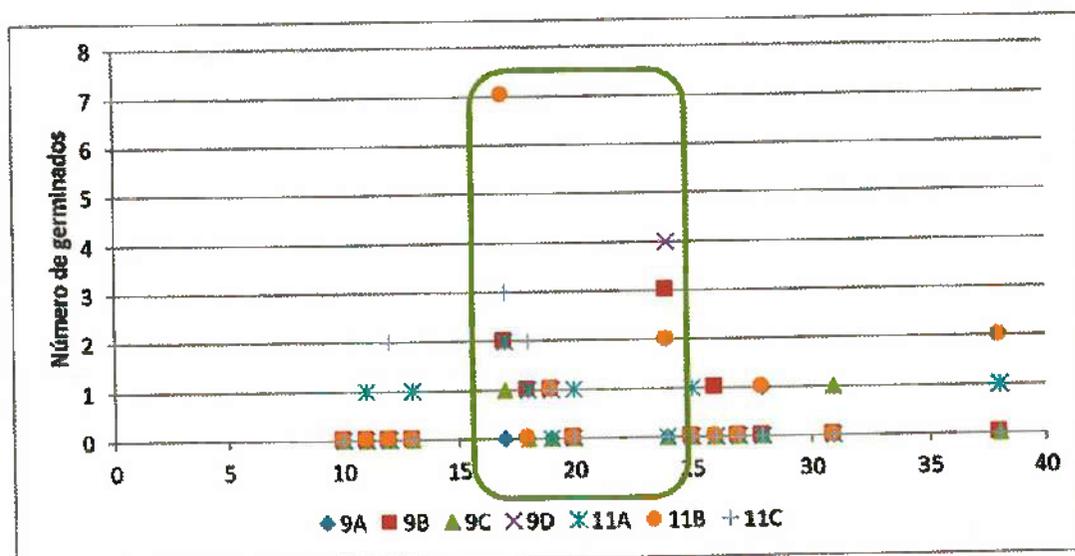


Gráfico 1. Porcentaje de germinación por estadios del fruto.

En el gráfico 5 se utilizó la totalidad de muestras para tomar en cuenta solo los 2 tipos de sustrato usados, se observa que se obtuvo un mejor resultado en la germinación de *Loxanthocereus xylorhizus* F. Ritter el sustrato 1, ya que alcanzó un 5.24% de la totalidad de germinados; mientras que el S1H obtuvo un 3.96% de la totalidad de germinados.

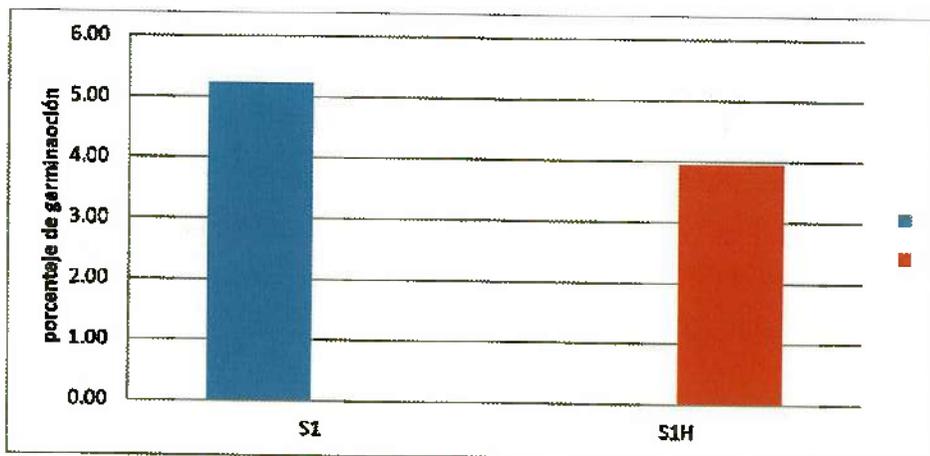


Gráfico 5. Análisis comparativo de tipos de sustrato por porcentaje de germinación.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados se concluye que *Loxanthocereus xylorhizus* F. Ritter es una especie con baja tasa de germinación, y que depende del estadio del fruto para determinar el éxito de la germinación de semillas.

La diferencia entre los estadios de los frutos, permite recomendar la extracción del fruto muy maduro ya que la germinación en este caso es más estable y homogénea, lo que hace suponer que la maduración de las semillas se logra en este estadio del fruto, sin embargo cuando se saca el fruto aparentemente maduro o fruto normal rojo, se obtiene un resultado desigual entre las distintas repeticiones, y en el fruto seco se obtuvo muy baja tasa de germinación siendo solo el 1.58%. y esto pudiera ser debido a que las semillas pierden rápidamente la viabilidad.

La baja viabilidad de las semillas explica la escasa regeneración natural, ya que con variables controladas como temperatura y humedad, dadas en el laboratorio no se ha superado el 15% de la tasa de germinación en ninguno de los casos.

El sustrato S1 (arena de río (75%) y humus (25)) resultó ser más eficaz para la germinación por lo que se recomienda a seguir usando este tipo de sustrato para esta especie.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Ceroni, A, Calderón, N & Cepero, V. (2006). Taxonomía, ecología y conservación ex situ de las cactáceas de Lima. *Zonas áridas* No. 10: 115 - 128.
- Muro-pérez, G., Jurado, E., Flores, J., Sánchez-salas, J. (2013). Efecto de la densidad de semillas en la germinación de tres especies del género *Astrophytum* (Cactaceae). *Gayana Bot.* 70(1): 26-30.
- Ostoloza, C. (1980) Las cactáceas y la conservación de la flora. *Boletín de Lima* N° 7, Julio 1980, pp. 40 - 44. Lima.
- Ostoloza, C. (1987 - 1988). Los cactus de los alrededores de la ciudad de Lima y su conservación. *Zonas aridas* No. 5: 6 - 29.
- Ostoloza, C. (1998). Las cactáceas y la conservación de la flora. *Boletín de Lima*. No 7. Edit. Los Pinos. Lima.
- Ostoloza, C. (2002). Cactus de Lima en peligro de extinción. *Quepo* 16, pp. 56 - 58, Lima.
- Villanueva, R., Navarro. M. y Eliosa, H., (2016). Germinación de tres especies de cactáceas endémicas de México en condiciones asépticas. *Zonas Áridas*, 16(1): 1-16.

“EL PARQUE DE LAS LEYENDAS USA MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS PARA DETERMINAR EL RIESGO DE CAÍDA DE ÁRBOLES URBANOS”

RESUMEN

El Parque de las Leyendas Felipe Benavides Barreda es un área de recreación y diversión pública, no solo por la exhibición de sus diversas especies de fauna silvestre, sino por sus grandes áreas verdes cubiertas por la flora nativa e introducida. Los árboles del lugar constituyen uno de los elementos más importantes para el bienestar y confort de los visitantes, es por ello que éstos involucran un manejo continuo y buenas técnicas silviculturales para su buen desarrollo. Con el propósito de contribuir a la reducción del riesgo de caída del Patronato del Parque de las Leyendas, utilizando métodos no destructivos, se evaluó interna y externamente árboles con deterioro estructural, pertenecientes a cuatro especies forestales. Para ello, se consideró los factores bióticos y abióticos como principales influyentes en el deterioro y la reducción de las propiedades físicas y mecánicas del árbol en pie. Los resultados indican que podas no cicatrizadas, realizadas antiguamente; daños físicos en la base de los árboles; condiciones de ambientales, son la principal causa que facilitan el desarrollo de patógenos causantes del deterioro e impiden el normal desarrollo de los árboles en pie. A continuación, se presentan los resultados preliminares del trabajo de tesis que será publicada en la Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Palabra clave: Schinus molle, Schinus terebinthifolius, Melia azedarach, Spathodea campanulata, Métodos no destructivos

INTRODUCCIÓN

Los árboles forman parte de la infraestructura de las ciudades y a menudo, dominan las áreas verdes. Múltiples estudios sobre los beneficios del arbolado urbano han demostrado su importancia ambiental, económica, social y sobre la salud y bienestar de las personas (Nowak, 1994, Elmqvist et al., 2015, Alcock et al., 2014). Según Calaza e Iglesias. (2016) los árboles plantados en ambientes urbanos, no solo brindan una serie de beneficios, sino que pueden presentar inconvenientes del tipo físico mecánico e incluso pueden ser un riesgo para las personas. Koeser et al., (2013) indican que todos los árboles representan algún nivel de riesgo para las personas cercanas, las estructuras y los servicios públicos. No obstante, Manta (2017) sostiene que el riesgo de caída del arbolado es parte de la gestión silvicultural que tienen las plantaciones forestales, con diferentes fines.

Un árbol sin tratamientos silviculturales adecuados podría presentar defectos estructurales y causar fallas de todo o parte del árbol y que podría golpear a una persona o bien material, convirtiéndose en lo que Albers et al. (1996) y Angwin et al. (2012) definen como árbol peligroso. Sin embargo, estos problemas se pueden evitar realizando evaluaciones periódicas con el fin de prevenir posibles accidentes. En Lima, debido a malas prácticas silviculturales, los árboles están siendo atacados por agentes patógenos que reducen la estabilidad del árbol en pie. Esta situación

no solo está reduciendo el número de árboles en las avenidas y parques, ya que las administraciones proceden a su tala, con la finalidad de reducir posibles los accidentes. Los métodos no destructivos para descubrir el decaimiento en árboles, ayudaría a gerentes forestales a identificar los riesgos, y así prevenir la extensión del decaimiento, y su posible caída (Wang et al., 2004). Existen muchos métodos para la evaluación de árboles urbanos, desde la evaluación visual, hasta el uso de termografía. Wang y Allison, (2008) han desarrollado un procedimiento eficaz de inspección del decaimiento de árboles que utiliza una combinación de evaluación visual, herramientas acústicas y micro perforación.

Con el propósito identificar y reducir la caída de árboles en el Patronato del Parque de la 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

La investigación se desarrolló siguiendo la zonificación establecida por los lineamientos del Parque de las Leyendas: Costa, Sierra, Selva e Internacional. Luego, mediante un recorrido por dichas áreas se lograron registrar los árboles con síntomas y signos de pudrición, posibles fracturas, alta inclinación, así como cualquier otro daño antrópico o natural que predisponga su deterioro o caída. Dichos individuos fueron identificados y registrados, con los cuales se crearon una base de datos y posteriormente, de ellos se escogió las especies (Población) e individuos en los cuales se validará la metodología. Se eligieron ocho árboles de las cuatro especies con mayor número de individuos afectados, los cuales fueron georreferenciados con un receptor GPS Garmin 64s.

La evaluación visual se realizó primero a toda la población, a través de un muestreo piloto, esto para categorizar las zonas en función al riesgo. Luego una evaluación visual más exhaustiva a los ocho árboles seleccionados, esto en base al método propuesto por Matheny y Clark (2009): este consistió de tres índices (Cuadro 1), cada uno con una puntuación de riesgo. Al final de la sumatoria se establece un rango donde, puntuaciones mayores a ocho determinan árbol con alto riesgo, de seis a ocho riesgo moderado y menor a seis riesgo bajo.

Cuadro 1. Criterios para Evaluación Visual

Índice	Puntuación			
	1	2	3	4
Fallo potencial	Muerte de ramitas	Presencia de grietas, rajaduras	Huecos en el fuste	Huecos y cuerpos de hongos
Parte con mayor probabilidad de fallo	DAP Menor a 20 cm.	DAP de 20 cm. a 40 cm.	DAP de 40 cm. a 50 cm.	DAP mayor a 50 cm.
Del blanco	Sin uso	Uso casual	Uso frecuente	Uso constante

fuentes: Elaboración propia.

La evaluación interna se desarrolló de tres maneras, primero empleando un martillo de goma con la finalidad de encontrar, a través del sonido, la presencia de oquedades internas o el grado de afección de las oquedades visibles a lo largo del fuste. Para ello, antes se tuvo que afinar el oído en troncos con y sin oquedades.

Posterior a ello, siguiendo la metodología de Wang et al., (2004) se evaluaron la sección transversal de los árboles, a tres alturas diferentes (0.30m, 1.00m y 1.70m). Se instalaron los sensores del Microsecond timer, en ocho puntos diferentes, a la misma altura y en función a los puntos cardinales. Una vez instalado los sensores, se generó la onda de sonido, mediante un golpe con martillo a uno de los sensores. La onda recorre la madera del árbol en pie y es captada por el segundo sensor ubicado a la misma altura del primero.



Figura 1. Evaluación de los defectos internos del árbol “A” Evaluación con Martillo de goma, “B” Evaluación con Microsecond timer, “C” Evaluación con resistógrafo.
fuente: Elaboración propia.

Para finalizar la evaluación interna se usó el resistógrafo, quien mediante una penetración lineal, graficó la variación de la densidad e indicó la presencia de oquedades en la sección transversal. Esta evaluación también se realizó a tres alturas diferentes, las mismas que el microsecond timer.

Muchos autores, en la evaluación del arbolado urbano, han considerado la influencia del viento para temas de estática, ya que como indica Brudi y Wassernaer (2002) los árboles son sometidos a fuerzas externas, principalmente del viento que pueden producir su fractura. De esta manera, para determinar la resistencia del árbol a dichas fuerzas, mediante el uso de la estación meteorológica móvil, se registró la velocidad del viento que afecta cada uno de los árboles a lo largo del día. Para ello, se instaló dicha estación a tres alturas diferentes: 2.00m, 4.00m y 6.00m, y así se obtuvo un rango del impacto a lo largo del árbol. Además se consideró valores de velocidad del viento de las dos estaciones meteorológicas del Parque de las Leyendas.



Figura 2. Registro de la Velocidad del Viento con la estación meteorológica móvil. “A” en ZSE-MC11, “B” en ZSE-MS04.

fuentes: Elaboración propia.

Finalmente, con el propósito de identificar los microorganismos patógenos que contribuyen a la destrucción de los árboles en pie, se colectaron cuerpos fructíferos de hongos y/o madera en descomposición de los árboles evaluados. Estas muestras fueron enviadas a la clínica de diagnóstico de la Universidad Nacional Agraria La Molina, donde se identificaron dichos patógenos.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Durante el recorrido por el Parque de las Leyendas, se pudo identificar 149 individuos arbóreos con síntomas y/o signos de pudrición, daños mecánicos, daños antrópicos, oquedades, etc. Estos individuos pertenecían a 22 especies forestales, de las cuales 21 de ellas conocidas y una no identificada durante el recorrido (NN), las cuales se encuentran dispersas en el área de estudio.

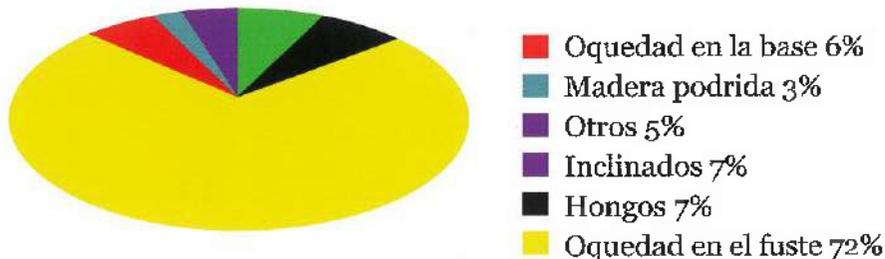


Figura 3. Principales defectos registrados durante la evaluación visual de las cuatro especies más abundantes.

fuentes: Elaboración propia.

Las especies con mayor número de árboles afectados fueron: *Schinus terebinthifolius*, *Schinus molle*, *Spathodea campanulata* y *Melia azedarach* con 24, 21, 19 y 19 individuos respectivamente, lo que en total hacen un 58% de todos los árboles registrados. Por otro lado, las especies con menor número de árboles afectados fueron: *Grevilea*, *Jacarandá*, *Palo balsa*, *Catahua*, entre otros.

Del grupo más abundante se seleccionó la población de árboles para validar la evaluación interna. Los árboles elegidos aleatoriamente, en los cuales se hizo la evaluación interna, se encuentran distribuidos en las cuatro zonas de estudio. Dos de ellos se ubican en la zona Selva, dos en la zona Costa, tres en la zona Internacional y uno en la zona Sierra.



Figura 4. Principales defectos estructurales: “A” Cancro en *Melia*; “B”, “F” Cuerpos de hongos en molle costeño “C” Nudos muertos en molle costeño “D” Alta inclinación en Molle costeño, “E” Basidiocarpio en Molle serrano y “G” oquedad en tulipán africano.

fuentes: Elaboración propia.

En base a la evaluación externa, evaluación visual, realizada a los ocho árboles, los resultados muestran que éstos presentan un riesgo alto de caída, ello considerando los tres índices de la evaluación visual. Dichos árboles presentan signos de deterioro a la largo del fuste, como oquedades cuerpos fructíferos de hongos, madera en descomposición, entre otros. No obstante, este riesgo se puede disminuir con podas de seguridad orientadas a equilibrar y disminuir el peso de la copa, actividad que se viene desarrollando en el PATPAL, para brindar mayor seguridad a los visitantes que usan el área de influencia de estos árboles.



Figura 5. Uso del área de influencia de los árboles en lugares de visita constante.
fuente: Elaboración propia.

Después de la puntuación total establecida para los tres índices de evaluación visual, se obtuvo que los ocho árboles evaluados se encuentran dentro del rango correspondiente a un riesgo alto. De ellos, ZCO-ME17 y ZSE-MS04 presentan una puntuación máxima de 12, por lo que ellos representan un mayor riesgo, según esta evaluación. (Figura 6)

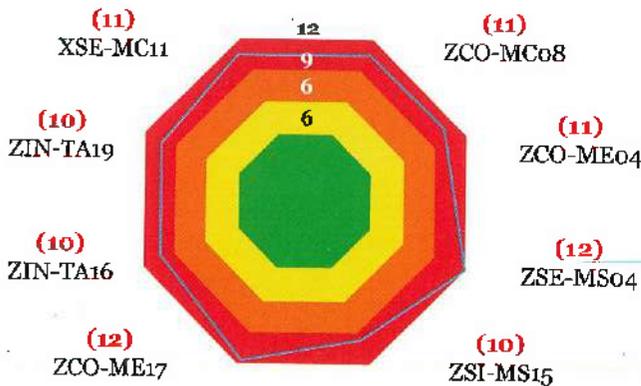


Figura 6. Riesgo de caída de los árboles, en función a la puntuación de la Evaluación visual.

fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la evaluación interna realizada en los ocho árboles, indican prolongación de la oquedad más allá de lo visible externamente, ello mediante el uso del martillo de goma. De igual manera, en la evaluación interna realizada con Fakopp Microsend Timer se encontró pudrición y oquedad en las tres alturas evaluadas de los ocho árboles, esto mediante lo graficado con el software ArborSonic 3D 5.2.115, con el cual también se proyectó dichas áreas afectadas para aproximar la longitud afectada de fuste.

Cabe mencionar que los árboles que registraron mayor porcentaje de área podrida fueron ZSE-MC11 y ZSE-MS04, cuyo porcentaje de pudrición alcanzan hasta el 67% y 66% del área transversal evaluada. Asimismo, el árbol ZIN-MC08 es el que registra a 1,00m de altura, menor porcentaje de área de pudrición.

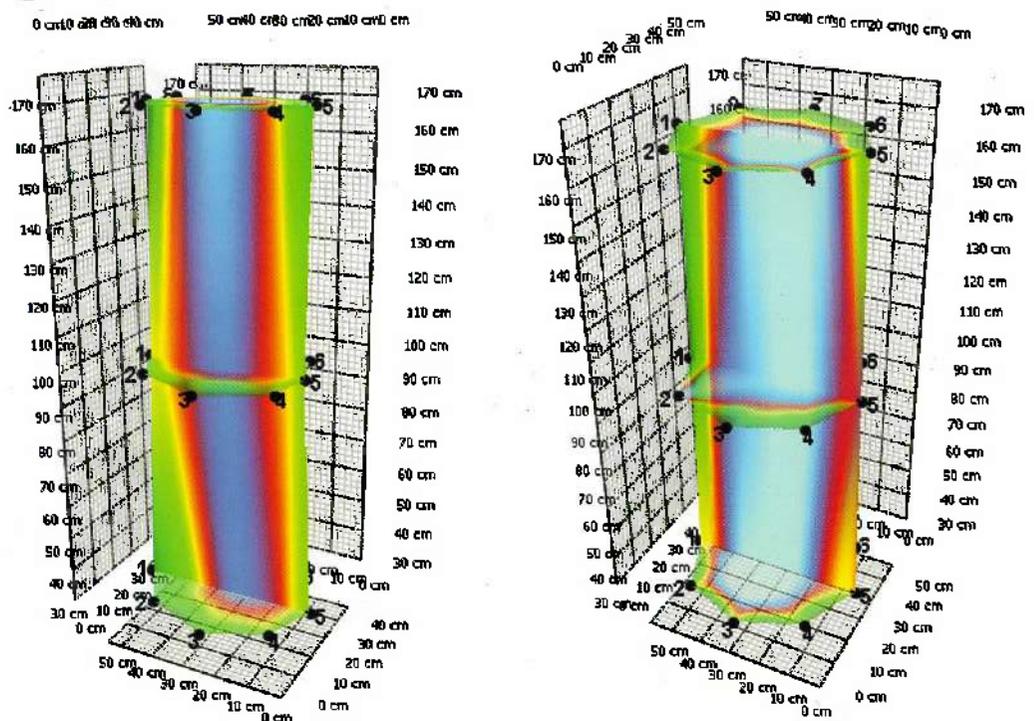


Figura 7. Proyección de las áreas transversales evaluadas en los árboles de *Melia azedarach*. “A” árbol de código ZCO-ME04, “B” árbol de código ZCO-ME17

fuelle: Elaboración propia.

Según Basterrechea, (2016) a parte de oquedades, degradaciones internas producidas por hongos de podredumbre o ataque de insectos xilófagos, la presencia de nudos, bolsas de resinas hacen que la velocidad de transmisión de las ondas generadas sea diferente de la que presentaría el material sin defecto. Por ello, es necesario validar dicha evaluación

Mediante la repentina caída del árbol ZSE-MSO₄, durante el periodo de evaluación, se pudo comprobar la evaluación interna realizada con el Microsecond Timer. De ahí, los porcentajes de pudrición encontrados con el software son de 62%, 66% y 65% a alturas de 0, 30m, 1,00m y 1,70m respectivamente. En cambio, los porcentajes reales de pudrición encontrados de forma directa sobre el área transversal evaluada son de 53%, 58% y 59% a 0, 30m, 1,00m y 1,70m de alturas respectivamente.

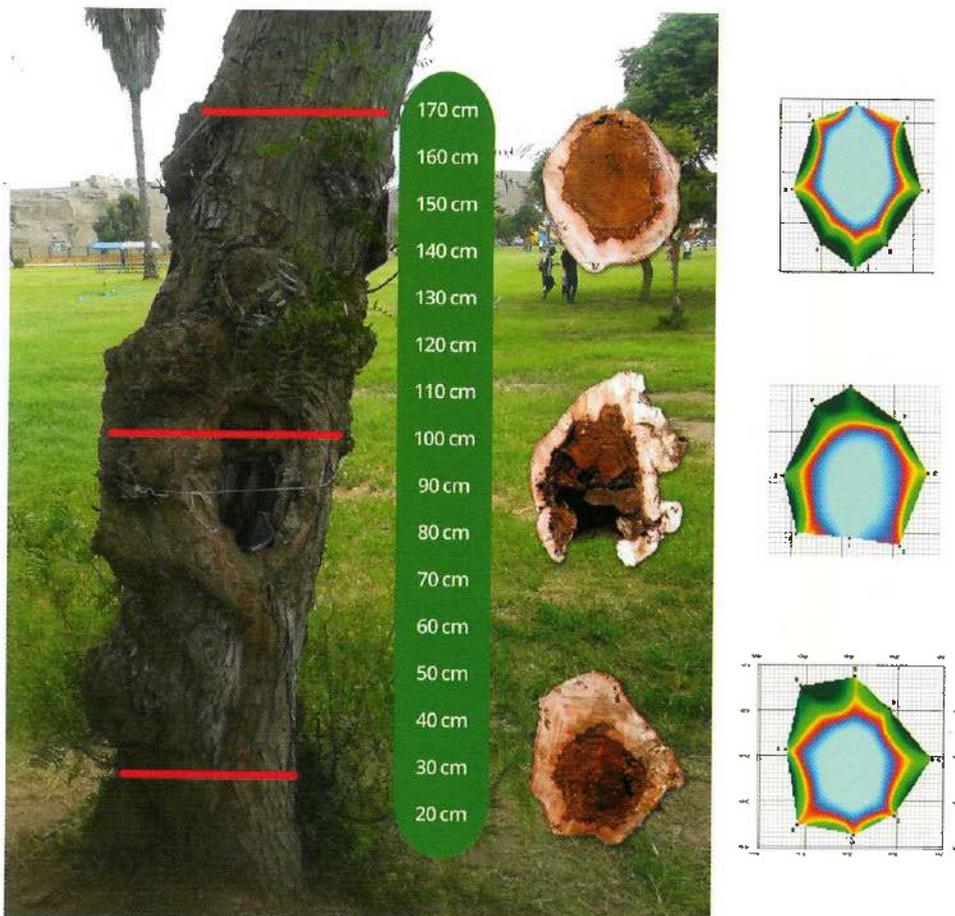


Figura 8. Validación de la evaluación interna del árbol ZSE-MSO₄.

fuentes: Elaboración propia.

Por otro lado, con el uso del software se pudo determinar el factor de seguridad, de cada uno de los árboles evaluados. Ello en función al grado de la pudrición evaluada a las tres alturas, condiciones físico mecánicas propias de la especie, área de la copa del árbol y en función a las condiciones externas como la velocidad del viento, la cual se ha registrado un valor máximo de 17,7m/s en la Estación San Miguel. Con ello se encontró que siete de los ocho árboles presentan un riesgo bajo en las tres alturas evaluadas, y el restante (ZSE-MSO4) presenta un riesgo alto de caída en la segunda altura evaluada, riesgo moderado en la primera altura y riesgo bajo en la tercera altura de evaluación.

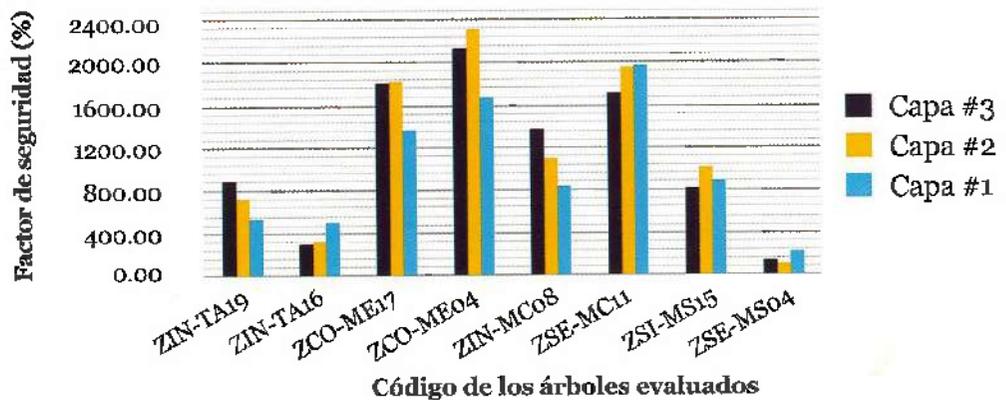


Figura 9. Factor de seguridad calculado mediante el software ArborSonic 3D 5.2.115.

fuentes: Elaboración propia.

En lo referente a las evaluaciones realizadas con el resistógrafo, éstas demuestran que el 100% de la individuos que conforman la muestra, en las tres alturas evaluadas, presentan una reducción de la densidad a lo largo de área transversal, ello puede ser un indicador de la descomposición interna de la madera. De igual manera, el 100% de la muestra presenta oquedades en una o más de las alturas evaluadas.

Figura 10. Evaluación de la resistencia de la madera de ZSE-MC11, a 1,70m de altura.

fuentes: Elaboración propia.



En lo que respecta a la identificación de los agentes causales de la pudrición. Se encuentra tres especies de hongos atacando a los árboles evaluados. De ellos, *Ganoderma* sp, identificado a través del cuerpo fructífero y mediante la madera en pudrición, es el que se ha encontrado en las cuatro especies de árboles evaluados. Según Muthelo, (2009) *Ganoderma* presenta algunas especies que son saprófitas y causan podredumbre blanca de la madera.

El otro hongo: *Brachysporium* sp se ha encontrado en árboles de *Schinus molle*, *Spathodea campanulata* y *Melia azedarach*. Este hongo por ser saprófito (Buitrago et al., 2015), según Arias et al., (2010), es común encontrarlo sobre madera podrida y en corteza de diversos árboles y en distintas partes del mundo.

El tercer hongo encontrado: *Coniothyrium* sp solamente se registró en *Schinus molle*; sin embargo, según (Roux et al., 2002) es un hongo que se encuentra causando pudrición principalmente a *Eucalyptus* ps. Cabe mencionar que en el caso del árbol de código ZCO-MEO4, debido a que no se ha registrado muestras de madera podrida o cuerpos fructíferos de hongos, expuestos al exterior, no se ha podido identificar los patógenos causales.

Finalmente, la distribución de los árboles con afecciones detectadas en el fuste, pertenecientes a las cuatro especies más abundantes, indica que la mayoría de ellos (42%) se encuentra ubicado en zonas de uso constante por los visitantes, lo cual determinan áreas con riesgo de caída muy alto. Estos lugares son principalmente Picnic Selva y las áreas verdes al costado del restaurant Chabuca Granda. Esta distribución de los árboles y la categorización de las áreas en función al uso, sirvieron para la elaboración del mapa de riesgo (Ver anexo 1)

CONCLUSIONES

En función a la evaluación visual, se encontró que podas no cicatrizadas, condiciones ambientales como humedad, predisponen a los árboles a ser atacados por agentes patógenos que contribuyen al deterioro y la reducción de la estabilidad de los árboles.

Mediante la aplicación de los métodos no destructivos propuestos, se revela que todos los árboles evaluados presentan, externamente síntomas y/o signos de pudrición, e internamente deterioro estructural en las capas evaluadas.

La identificación taxonómica muestra que los cuerpos fructíferos de hongos pertenecen a *Ganoderma* sp, principal causante de pudrición de los árboles en pie; además de *Brachysporium* sp y *Coniothyrium* sp encontrados en madera en descomposición.

Finalmente, la metodología propuesta para la evaluación de árboles en el Patronato del Parque de las Leyendas permitió identificar árboles con un riesgo potencial de caída y tomar acciones preventivas para evitar accidentes. Esto favorece el desarrollo de investigaciones futuras, a realizarse durante dichas intervenciones.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Albers J., Eiber T., Hayes E., Bedker P., Mackenzie M., O'Brien J., Pokorny J. y Torsello M. (1996). How To Recognize Hazardous Defects in Trees. United States Dept. of Agriculture Forest Service. Northeastern Area State & Private Forestry.
- Alcock I., P. White M., W. Wheeler B., E. Fleming L. y H. Depledge M. (2014). Longitudinal Effects on Mental Health of Moving to Greener and Less Green Urban Areas. *Environmental Science & Technology* 48 (1): 1247-1255.
- Angwin P. A., Cluck D. R., Zambino P. J., Oblinger B. W. Y Woodruff W. C. (2012). Hazard Tree Guidelines For Forest Service Facilities and Roads in the Pacific Southwest Region.
- Arias R. M., Heredia G. y Mena J. (2010). Adiciones al conocimiento de la diversidad de los hongos anamorfos del bosque mesófilo de montaña del estado de Veracruz III. *Acta Botánica Mexicana*. 90(1): 19-42.
- Basterrechea M. A. (2016). Comparación de las técnicas no destructivas de tomografía ultrasónica y resistencia a la perforación en la evaluación de discos de madera. Proyecto de fin de Carrera. Madrid España. Universidad Politécnica de Madrid. 104 p.
- Brudi E., Van P. (2002). Trees and Statics: Non-Destructive Failure Analysis. Consultado 17 jul. 2017. Disponible en http://baumpflege.net/images/pdf/eng/brudi_trees_and_statics.pdf
- Buitrago S, Vanegas L. y Ramos C. (2015). Pérdida de pubescencia foliar y sus efectos fisiológicos en *Espeletia paipana* (Asterales Asteraceae) en el departamento de Boyacá-Colombia. *Rev. Biol. Trop.* 63 (3): 845-858
- Calaza P. e Iglesias M. I. (2016). El Riesgo del Arbolado Urbano. Contexto Concepto y evaluación. Ed. Mundi-Prensa. 503 p.
- Connor K.F Y Francis J.K. (2004). Part II Species descripcions: *Spathodea campanulata* P. Beauv. Southern Research Station and International Institute of Tropical Forestry USDA Forest Service. 716 -718.
- Elmqvist. T, Setälâ H., Handel S. N., Vanderploeg S., Aronson J., Blignaut J. N., Gómez E., Nowak D. J, Kronenberg J. y De groot R. (2015). Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. *ELSEVIER* 14(1): 01-108.
- Koeser A. K., Hasing G., Mclean D. y Northrop R. (2013). Tree Risk Assessment Methods: A Comparison of Three Common Evaluation Forms. University of Florida.

- Manta. M. I. (2007). *Silvicultura de Bosques y Plantaciones*. Curso de Posgrado. Escuela de Posgrado. Programa de Bosques y Gestión de Recursos Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. 1200 Diapositivas.
- Muthelo V. G. (2009). *Molecular characterization of Ganoderma species*. Degree of magister in science. University of Pretoria Pretoria South Africa. 130p
- Nowak D. J. (1994). *Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project*. pp. 63-81. USDA Forest Service General Technical Report NE-186. Radnor PA
- Roux J., Wingfield M.D, Cibrián. D. (2002). *First Report of Coniothyrium canker of Eucalyptus in México*. *Plant Pathology*. 51:382
- Sadys M., Skjoht C.A., Kennedy R. (2014). *Back-trajectories show export of airborne fungal spores (Ganoderma sp.) from forests to agricultural and urban areas in England*. *Atmospheric Environment* 84(1): 88-99
- Servicios de Parques de Lima. (2012). *Mesa temática: Espacios públicos áreas verdes y recreación*. Consultado el 29/05/16. Disponible en https://www.academia.edu/4048782/SERPAR_AREAS_VERDES_HABITANTE
- Sesartic A. Dallafor T. N. (2011). *Global fungal spore emissions review and synthesis of literature data*. *Biogeosciences* 8(1), 1181-1192
- Wang X. Divos F., Pilon C., Brashaw B. K., Ross R. J., Pellerin R. F. (2004). *Assessment of decay in standing timber using stress wave timing nondestructive evaluation tools—A guide for use and interpretation*. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-147. Madison WI: U.S. Department of Agriculture Forest Service Forest Products Laboratory. 1

REGENERACIÓN NATURAL EN EL JARDÍN BOTÁNICO DEL PARQUE DE LAS LEYENDAS, LIMA, PERÚ

RESUMEN

El estudio se realizó en el Jardín Botánico del Parque de Las Leyendas – Lima, tuvo como objetivo identificar y evaluar el potencial de la regeneración natural, mediante el establecimiento de parcelas de 1m x 1m, al pie y alrededores de árboles parentales, se logró identificar los posibles factores que regulan su presencia y abundancia de regeneración natural.

Se registró un total de treinta y dos (32) especies, agrupadas en veinte y ocho (28) géneros y diez y nueve (19) familias botánicas; donde *Koelreuteria paniculata* Laxm. “papelillo” *Clusia rosea* Jacq “clusia” y *Syzygium jambos* (L.) Alston “pomarroja blanca”, fueron las especies con mayor número de individuos; mientras que el menor número presentaron las especies *Terminalia catappa* L. “almendro” y *Acer ginnala* Maxim “Acer”.

INTRODUCCIÓN

Los jardines botánicos son centros de conservación ex situ, en donde se salvaguardan colecciones de plantas vivas, poseen ciertas ventajas que no posee ninguno de las otras formas de conservación, ya que es posible conservar y usar las especies o sus partes. En estos espacios también se pueden desarrollar labores de educación y recreación.

El Jardín Botánico del Parque de Las Leyendas, es una de las más diversas y extensas de la ciudad de Lima, en ella se salvaguardan más de 1500 especies, todas ellas distribuidas de acuerdo al orden evolutivo y taxonómico. Es hoy en día un espacio de conservación, educación, difusión e investigación.

Uno de los procesos ecológicos que se ha evidenciado en el Jardín Botánico es la regeneración natural; entendiéndose a la regeneración natural como un proceso natural de reemplazo de un conjunto de árboles, que han llegado a la etapa madura, por otros, en una unidad de espacio y tiempo definidos (Gómez-Pompa y Ludlow, 1976; Martínez-Ramos, 1995). Otra definición considera a la regeneración natural como un proceso continuo natural para asegurar su propia sobrevivencia normalmente, por un una abundante producción de semillas que germinan para asegurar un nuevo bosque (Bueso, 1997).

Un ejemplo claro, es lo que sucede en los bosques tropicales, donde eventos naturales y antrópicos producen caídas de ramas o de árboles maduros, ocasionando espacios vacíos que son los denominados “claros”; lo que permite el incremento de entrada de luz a los estratos inferiores del bosque, lo que favorece el establecimiento de la regeneración natural y que algunas especies establecidas aceleren su crecimiento (Lawton y Putz, 1988; Brown, 1993; Martínez-Ramos, 1995). La lluvia de semillas, banco de semillas y la dispersión de semillas son componentes importantes para

la regeneración (Paz y Martínez-Ramos, 2003; Martínez Ramos y García-Orth 2007), lo son también los factores abióticos como la humedad del suelo, intensidad lumínica, fertilidad, ph del suelo y al parecer el espesor de la capa de hojarasca ejercen un papel fundamental en la regeneración natural (Pérez-Ramos, 2007; Queenborodgh et al., 2007).

Los bancos de semillas en el suelo, son considerados también como una importante vía de regeneración (Masaki y Nakashizuka, 2002), conjuntamente con la luz (Montgomery y Chazdon, 2001; Webb et al., 2006) son factores que afectan la supervivencia y el crecimiento de plántulas dentro de un bosque tropical (Günter, 2001; Romo, 2005). Varios estudios han demostrado que una especie germina y se establece en el terreno gracias a diversas estrategias y en abundancias variables (Donoso et al, 1993, y Parker y Donoso, 1993).

En el manejo silvicultural la regeneración natural resulta ser ventajoso por que representa un bajo costo en la producción de plantas que a menudo requiere de inversiones altas en tratamientos silviculturales; también porque las plantas resultan ser más resistentes, y además las plántulas de la regeneración natural desarrollan un sistema radicular más regular que las plantas producidas artificialmente, además las plantas no sufren el manejo de las actividades de las plantaciones.

El Jardín Botánico del Parque de las Leyendas, es un banco de germoplasma, donde muchas de las especies han logrado aclimatarse y adaptarse al medio, manifestándose a través de la producción de semillas, el cual es usado para diversos programas de propagación y otros estudios.

Así mismo, en el Jardín Botánico del Parque de las Leyendas se ha registrado la presencia de plántulas producto de regeneración natural por semilla, siendo esta una alternativa de propagación natural, el cual está siendo aprovechado mediante su rescate y manejo con fines de reposición, forestación, restauración y considerarse a futuro como parte de intercambio con otras instituciones afines. En este sentido, el objetivo del presente estudio fue inventariar las especies con potencial de regeneración natural; así como identificar los posibles factores que regulan su presencia y abundancia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El Estudio se realizó en el Jardín Botánico del Parque de Las Leyendas, cuya extensión es de 4.7ha, donde las especies botánicas se hallan distribuidas según el orden evolutivo y 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.

El Jardín Botánico se halla ubicado en el Distrito de San Miguel, cuyo clima es típico

del desierto costero, el cual es muy irregular donde las temperaturas varían de 14 °C a 27 °C y con una humedad relativa que varía en un rango 61 % a 96 %.

Metodología

Identificación de especies de la regeneración natural

La evaluación de campo se inició desde el mes de octubre del 2016 hasta noviembre del 2017, durante el cual se hizo el seguimiento de la fructificación de las especies de las diversas zonas del Jardín Botánico, logrando identificar plantas con regeneración natural, las cuales fueron debidamente identificadas para posteriormente ser inventariados.

Evaluación de la abundancia de la regeneración natural.

Para evaluar la abundancia de la regeneración natural se establecieron parcelas de 1 m x 1 m (Mostacedo y Fredericksen, 2000) en micrositio tipo I ubicado al pie y en micrositio tipo II ubicado en los alrededores y alejados de los árboles parentales, en donde fueron inventariadas todas las plántulas. Las plántulas colectadas se colocaron en una bolsa de papel y posteriormente se depositaron en una bolsa de plástico para evitar su deshidratación para su registros fotográfico. La abundancia mide la relación entre el número de individuos y el área evaluado.

Análisis de Factores físicos

Se registraron el pH y la conductividad eléctrica con un potenciómetro HANNA y un conductímetro digital HANNA respectivamente. Los datos de análisis de suelo fueron analizados en el laboratorio de la Universidad Agraria.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La diversidad de especies en regeneración natural registrada en el jardín Botánico está conformada por (32) especies, (28) géneros, agrupados en (19) familias botánicas (Tabla 1), de las cuales el 50% corresponden a árboles, el 46.88% corresponden a arbustos y el 3.12% corresponde a lianas. El 87.1% está representado por especies exóticas y el 12.9% corresponden a especies nativas.

Las especies con mayor potencial de regeneración natural por presentar mayor abundancia de plántulas fueron *Clusia rosea* Jacq. “clusia” y *Koelreuteria paniculata* Laxm. “papelillo” con un promedio de 141 ind/m.

El menor potencial está representada por las especies *Acer ginnala* Maxim. “acer” y *Terminalia catappa* L “almendro” que registran un 1 ind/m.

TABLA 1. Inventario de especies en regeneración natural

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE LOCAL	FORMA DE VIDA
ACERACEA	<i>Acer ginnala</i> Maxim.L	Acer	Arbusto
ANACARDIACEAE	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Molle costeño	Arbusto
ARALIACEAE	<i>Schefflera arboricola</i> (Hayata) Merr.	Aralia	Arbusto
ARISTOLOQUIACEAE	<i>Aristolochia</i> sp.	Aristolochia	Liana
ASPARAGACEAE	<i>Asparagus</i> sp.		Herbácea
BORAGINACEAE	<i>Cordia lutea</i> Lam.		Arbusto
CLUSIACEAE	<i>Clusia rosea</i> Jacq.		Arbusto
COMBRETACEAE	<i>Terminalia catappa</i> L	Almendro	Árbol
EUPHORBIACEAE	<i>Croton lechleri</i> Müll.Arg.	Sangre de drago	Árbol
	<i>Euphorbia leucocephala</i> Lotsy		
	<i>Euphorbia tirucalli</i>	Vela	Arbusto
FABACEAE	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze	Tara	Árbol
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.		Arbusto
	<i>Sophora secundiflora</i> (Ortega) DC	Sophora	Arbusto
	<i>Sophora tomentosa</i> auct. non L.	Tomentosa	Arbusto
FAGACEAE	<i>Quercus</i> sp.		Árbol
SALICACEAE	<i>Juglans</i> sp.		Árbol
JUGLANDIACEAE	<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.) K.Koch	Pecano	Árbol
	<i>Cinnamomum cassia</i> (Nees & T.Nees) J.Presl)	Canela china	Árbol
LAURACEAE	<i>Persea americana</i> Mill.		Árbol
MYOPORIACEAE	<i>Myoporum laetum</i> G. Forst.	Myoporum	Arbusto
	<i>Myrcianthes ferreyrae</i> (McVaugh) McVaugh	Arrayan	Arbusto
	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	Pomarrosa roja	Árbol
MYRTACEAE	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Pomarrosa blanca	Árbol
	<i>Eugenia uniflora</i> O.Berg	Pitanga	Arbusto
	<i>Psidium cattleianum</i> Afzel. ex Sabine	Guayabito	Arbusto
PROTEACEAE	<i>Grevillea robusta</i> A.Cunn. ex R.Br.	Grevillea	Árbol
ROSACEAE	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Nispero	Árbol
RUTACEAE	<i>Prunus persica</i> (L.) Stokes	Durazno	Árbol
	<i>Murraya exotica</i> L.	Murraya	Arbusto
SAPINDACEAE	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	Papelillo	Árbol
	<i>Harpullia arborea</i> (Blanco) Radlk.	Falso boliche	Árbol

Potencial de la regeneración natural

La familia Myrtaceae y Fabaceae presentan mayor diversidad de especies con regeneración con (4) a (5) especies respectivamente, en contraste con las familias Aceraceae, Combretaceae, Asparagaceae entre otras que presentan solamente una especie con regeneración (Gráfico 1).

Abundancia de especies por familia

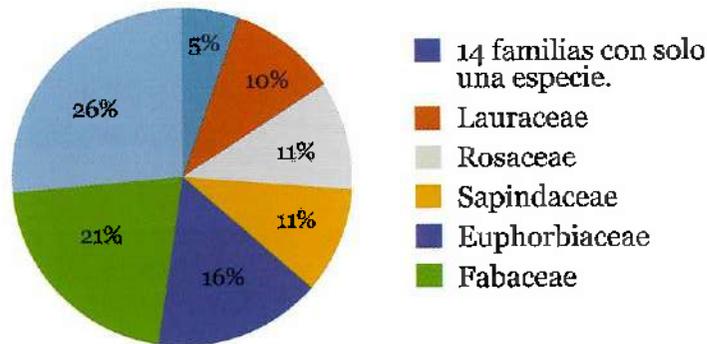


Gráfico 1. Porcentaje de abundancia por familias.

En términos generales, las especies identificadas presentan capacidad productiva de semillas, donde el 96.88% está representado por arbustos y árboles, las mismas que cumplen un rol importante para atenuar las condiciones ambientales extremas al crear condiciones de sombra y microclimas que favorecen la regeneración natural, ya que proveen hojarasca y por otro lado favorecen a conservar la humedad y disminuir la temperatura del suelo, resultando por lo tanto microambientes propicios para la germinación de semillas ortodoxas y recalcitrantes. La presencia de un dosel desarrollado, cumple también una función estratégica al excluir el desarrollo de otras especies competitivas como gramíneas y malezas, mediante el bloqueo de luz, favoreciendo en gran medida la germinación de semillas recalcitrantes y tolerantes a la sombra (Bonfil y Soberon, 1999), como es el caso de las especies *Myrcianthes ferreyrae* (McVaugh) McVaugh “arrayan” y *Syzygium jambos* (L.) Alston “pomarroja blanca” que presenta mayor abundancia de plántulas.

Los procesos ecológicos como la fenología, producción de semillas y la polinización están directa o indirectamente relacionado con la regeneración natural; lo es también, la demanda de lluvia de semillas, los agentes y síndromes de dispersión, por ser fuentes para los bancos de semillas que se forman en el suelo (Cano-Salgado et al., 2012).

El 53.13% de regeneración se registró en el micrositio tipo I ubicados al pie de los árboles parentales, en donde (11) de las especies registradas presentan la mayor abundancia de plántulas, lo que podría estar relacionado con la baja tasa

de dispersión en algunas especies y en otras a la alta producción de frutos; además estos micrositios presentaron condiciones edáficas de un suelo franco arcilloso producto de las enmiendas, fertilizaciones y presencia de hojarasca. La presencia de hojarasca mantiene la humedad en el suelo y con una alta temperatura en el ambiente, generan micrositios propicios que favorecen la germinación de semillas de longevidad breve más rápidamente, como es en el caso de semillas de tipo recalcitrante (Vázquez-Yanes et al., 1997 Aide y Cavalier) tal como se corrobora con el establecimiento de plántulas de especies arbóreas como las especies *Syzygium jambos* (L.) Alston “pomarroja blanca” y *Clusia rosea* Jacq “clusia”.

Sin embargo, también hubieron especies que registraron baja densidad de plántulas en estos micrositio, el cual podría deberse a la diferencia en la cantidad de semillas presentes en los bancos de semillas, debido a la insuficiente producción de semillas, depredación y daño de las semillas antes de su dispersión, alta proporción de semillas vacías, baja viabilidad de las semillas sanas que llegan al suelo.

Estudios revelan que en algunos casos, más del 75% de las semillas después de la dispersión, no llega a germinar y la mortalidad puede alcanzar hasta el 100%, incluso antes de que las semillas sean dispersadas (Howe et al., 1985; Schupp, 1988 Janzen, 1969). Las semillas al establecerse en el suelo se enfrentan a varias barreras que pudieran también limitar su germinación como la competencia con otras herbáceas y también a la depredación por invertebrados (hormigas).

El 40.63% de regeneración natural corresponde al micrositio tipo II, que estuvieron ubicados en los alrededores y alejados de los árboles parentales y sin cobertura alguna; donde se registró menor densidad de plántulas y esto podría ser posible a la diferencia en la cantidad de semillas presentes, a la deshidratación de las semillas debido a las altas temperaturas a las que estuvieron sometidas, además de las condiciones del suelo como la fuerte compactación que pudo haber impedido la penetración de las raíces al suelo. Estas características crean micrositios secos por lo que el establecimiento de las semillas se ve limitada, aunque se pudo apreciar que algunas semillas aprovecharon los entre-espacios de las probetas (límites del área verde con el camino) para establecer su sistema radical debido a la acumulación de humedad.

Solamente el 6.25% lograron con éxito prosperar en las áreas con cobertura de grass como ha sido el caso de semillas de *Carya illinoensis* (Wangenh.) K.Koch “pecano”, *Schinus terebinthifolia* Raddi “molle costeño” y *Koelreuteria paniculata* Laxm. “papelillo”. Las plántulas sobrevivientes no han sido afectadas por la competitividad del grass americano.

Se puede también citar a *Carya illinoensis* (Wangenh.) K.Koch “pecano” y *Koelreuteria paniculata* Laxm. “papelillo” especies que estuvieron presentes en diferentes sitios independientemente de la presencia de cobertura, en el caso de la *Carya illinoensis* (Wangenh.) K.Koch “pecano” tiene como dispersor a la ardilla.

El pH es un factor que determina la acidez o basicidad del horizonte del suelo (Porta

et al., 1999), influye directa e indirectamente en el crecimiento de las raíces por medio de la disponibilidad de los nutrientes; el valor óptimo es entre los valores pH de 5 a 7 (Porta et al., 1999; Cruz-Flores et al., 2007), por lo que el pH del suelo reportado para el área de estudio es 7.3 siendo ligeramente alcalino, que no ha sido un impedimento el desarrollo de las plántulas de regeneración.

Factor cultural

Es un factor importante y está regulado por actividades de mantenimiento que se realizan en el jardín botánico mediante las labores culturales como el riego, desmalezamientos, control fitosanitario, aplicación de enmiendas, fertilizaciones, poda de mantenimiento, aplicación de hojarasca como cobertura para protección de suelos lo que favoreció la formación de pequeños microambiente con microclimas que favorecen el establecimiento y supervivencia de las semillas.

Las condiciones físico químicas del suelo establecida por el régimen de manejo puede ser un filtro o barrera para la germinación para la supervivencia o el crecimiento de los plántulas.

Las semillas al establecerse en el suelo se enfrentan a varias barreras que pudieran también limitar su germinación como la competencia con otras herbáceas por lo que actividades de desmalezado favorecen el establecimiento de regeneración natural.

CONCLUSIONES

El análisis realizado permite identificar árboles con potencial de regeneración natural en el Jardín Botánico, donde se registraron (32) especies, agrupadas en (28) géneros y (19) familias botánicas. Las especies *Clusia rosea* Jacq. "clusia" y *Koelreuteria paniculata* Laxm. "papelillo" ostentan el mayor potencial con un promedio 141 /m², siendo *Clusia rosea* Jacq. "clusia" la especie con mayor número de plántulas; mientras que las especies *Terminalia catappa* L. y *Acer ginnala* Maxim, registran un promedio de 1 ind/m². Las familias con mayor diversidad de especies en regeneración fueron Myrtaceae y Fabaceae con (5) a (4) géneros respectivamente y las familias Aceraceae, Combretaceae, Asparagaceae entre otras, presentan solamente una especie en regeneración.

El 50% de las especies inventariadas corresponden a árboles, el 46.88% corresponden a arbustos y 3.12% corresponde a lianas. El 87.1% está representado por especies exóticas y el 12.9% corresponden a especies nativas.

De los 31 especies evaluadas el 53.13% fueron registradas en micrositos de tipo I al pie de los árboles y con cobertura de hojarasca, el 40.63% en el microsito tipo II y solamente el 6.25% colonizaron las áreas con cobertura de grass. En los micrositos con cobertura de hojarasca, intensidad lumínica, humedad del suelo, pH del suelo y temperatura adecuada, es donde hubo mayor tendencia de germinación y establecimiento de plántulas.

El 87.1% está representado por especies exóticas y el 12.9% corresponden a especies nativas como las especies *Myrcianthes ferreyrae* (McVaugh) McVaugh, *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze entre otras.

Se identificó posibles factores que regulan la presencia de regeneración natural y su abundancia siendo relativamente más importante la calidad de sitio, seguido de la disponibilidad de semillas, desarrollo de dosel y el manejo técnico.

Solo dos especies lograron con éxito la regeneración en coberturas con grass donde destacan las especies como *Carya illinoensis* (Wangenh.) K.Koch "almendro" y *Koelreuteria paniculata* Laxm. "papelillo".

Las especies que presentan alta productividad de semillas latentes, debido al alto nivel de floración y fructificación deberán ser considerados como árboles padres o árboles semilleros que a su vez sirvan para asegurar el abastecimiento de semilla para propagaciones y lograr la regeneración natural.

Las labores de rescate de plántulas es importante para evitar la competencia intraespecífica y con ello se fomente su aprovechamiento con fines de reposición forestación y restauración.

RECOMENDACIONES

Considerar otras variables como mortandad, dispersión de semillas que no fueron evaluados en el presente estudio, ya que serían importantes para el entendimiento de la dinámica de la regeneración natural en el Jardín Botánico.

Realizar el estudio de la capacidad de sobrevivencia y desarrollo de las plántulas resultado de la regeneración natural así como determinar en condiciones del invernadero del Jardín Botánico el prendimiento de plántulas en función de tamaños y tipos de sustratos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonfil, C. & Soberon, J. (1999). *Quercus rugosa* seedling dynamics in relation to its re introduction in a disturbed Mexican landscape. *Applied Vegetation Science* 2: 189-200.
- Brown, N. (1993). The implications of climate and gap microclimate for seedling growth conditions in a bornean lowland forest. *Journal of Tropical Ecology*, 9: 153-168.
- Bueso, R. (1997). Establecimiento y manejo de la regeneración natural. Honduras.
- Cano-Salgado A, Zavala, H.J., Orozco, S.A., Valverde, V.M. & Pérez, R. (2012). Composición y Abundancia del Banco de Semillas en una Región Semiárida del Trópico Mexicano: Patrones de Variación Espacial y Temporal. *Rev. Mex. Biodiv.* 83: 437-446.
- Cruz-Flores, G., Flores Román, F.D., Alcantar González, G., Santos, A.T., Álvarez Sánchez, M.E. & Bautista Acevedo, A. (2007). Actividad fosfatasa y pH del suelo adyacente a la rizosfera de maíz, trigo y triticale en suelos ácidos. *Terra Latinoamericana*, 25(2): 115-125.

- Gómez-Pompa, A. & Ludlow, B. (1976). Regeneración de los ecosistemas tropicales y subtropicales. En: Gómez-Pompa, A., S. Del Amo, C. Vázquez-Yanes y C. Butand Cervera (eds.). Investigaciones sobre la regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México. Continental, S. A. de C. V. México. 11-30 pp.
- Günter, S. (2001). Impacto de los factores ecológicos en la regeneración de Mara (*Swietenia macrophylla* King) en bosques naturales de Bolivia. En: Regeneración y silvicultura de bosques tropicales en Bolivia. Mostacedo, B. y T.S. Fredericksen (eds.). Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS), Santa Cruz, Bolivia. 99-118 pp.
- Howe, C.D. & Chancellor, R.J. (1983). Factors affecting the viable seed content of soils beneath lowland pastures. *Journal of Applied Ecology* 20: 915-922.
- Hulme, P.E. (2002). Seed-eaters: dispersal, destruction and demography. pp. 257-273. In: Levey, D.J., W.R. Silva and M. Galetti (eds.). Seed dispersal and drugivory: ecology, evolution and conservation. CABI Publishing, UK. 511 p.
- Janzen, D.H. (1969). Seed-eaters versus seed size, number, toxicity and dispersal. *Evolution*, 23, 1-27.
- Lawton, R.O. & Putz, F.E. (1988). Natural disturbance and gap-phase regeneration in a wind-exposed tropical cloud forest. *Ecology*, 69(3): 764-77
- Martínez-Ramos, M. (1995). Regeneración natural y diversidad de especies arbóreas en selvas húmedas. En: Delfín, G.H., V. Parra Tabla y C. Echazarreta González. Conocimiento y manejo de las selvas de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. 27-79 pp.
- Martínez-Ramos, M. & García-Orth, X. (2007). Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 80: 69-84.
- Masaki, T. & Nakashizuka, T. (2002). Seedling demography of *Swida controversa*: Effect of light and distance to conspecifics. *Ecology*, 83(12): 3497-3507.
- Montgomery, R.A. & Chazdon, R.L. (2001). Forest, canopy architecture, and light transmittance in tropical wet forest. *Ecology*, 82 (10): 2707-2718.
- Mostacedo, B. & Fredericksen, T.S. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOS, Santa Cruz, Bolivia. 82 pp.
- Paz, H. & Martínez-Ramos, M. (2003). Seed mass and seedling performance within eight species of *Psychotria* (Rubiaceae). *Ecology*, 84(2): 439-450.
- Pérez-Ramos, I.M. (2007). Factores que condicionan la regeneración natural de especies leñosas en un bosque mediterráneo del Sur de la Península Ibérica. *Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*, 16: 131-136.
- Porta, C.J., López-Acevedo Reguerin M. & Roquero De Laburu, C. (1999). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. (eds.) Mundi-Prensa. 883 pp.

- Queenborough, S.A., Burslem, D., Garwood N.C. & Valencia, R. (2007). Neighborhood and community interactions determine the spatial pattern of tropical tree seedling survival. *Ecology*, 88(9): 2248-2258.
- Romo, R.M. (2005). Efecto de la luz en el crecimiento de plántulas de *Dipteryx micrantha* Harms "Shihuahuaco" transplantadas a sotobosque, claros y plantaciones. *Ecología Aplicada*, 4(1-2): 1-8.
- Vázquez-Yanes, C. (1997). Como viven las plantas. La ciencia para todos. (eds.) Secretaría de Educación Pública, Fondo de Cultura Económica, Consejo de Ciencia y Tecnología. México, DF, 93 pp.
- Schupp, E.W. (1988). Factors affecting postdispersal seed survival in a tropical forest. *Oecologia*, 76, 525-530.
- Webb, C.O., Gilbert G.S. & Donoghue, M.J. (2006). Phylodiversit dependent seedling mortality, size structure, and disease in a Bornean rain forest. *Ecology*, 87(7) Supplement: S 123S131.

ANEXOS. Fotografías de plántulas



1. *Euphorbia leucocephala* Lotsy



2. *Sophora secundiflora* (Ortega) DC



3. *Syzygium jambos* (L.) Alston



4. *Clusia rosea* Jacq



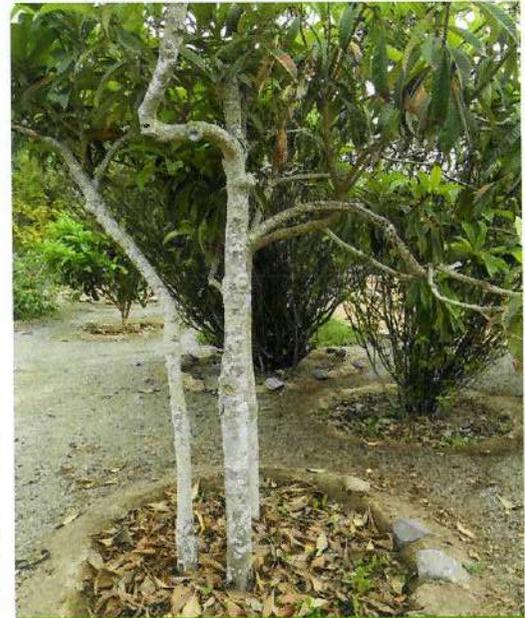
5. *Myrcianthes ferreyrae* (McVaugh) McVaugh



6. *Quercus* sp.



7. *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch



8. *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl