

ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA Y ESTUDIO FITOSANITARIO DEL PARQUE URBANO DE LA SOLIDARIDAD EN GUADALAJARA, MÉXICO

Efrén Hernández-Alvarez

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México

Agustín Gallegos Rodríguez

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México

Carlos M. Guzmán Paredes

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México

Gerardo Hernández-Plascencia

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Estudiante del Departamento de Producción Forestal, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Resumen: Los parques urbanos son espacios abiertos de uso público donde se dan relaciones humanas de esparcimiento, recreación, deporte, convivencia comunitaria, entre otras, actividades. También aportan beneficios, a través de servicios ecosistémicos. En el Área Metropolitana de Guadalajara, los parques urbanos no han tenido la suficiente atención. Tradicionalmente, se asumió que los árboles que le integran se deben desarrollar sin ninguna intervención de manejo forestal o cuando mucho se establecen plantaciones en las que muy poco se interviene con labores de protección y silvícolas para lograr su establecimiento y buen desarrollo. El parque de “La Solidaridad Iberoamericana” es un ecosistema donde predominan los árboles, se encuentra inmerso en un área densamente poblada y ofrece facilidades para la recreación. De ahí la importancia del presente trabajo, el cual aporta líneas de acción encaminadas al fomento y manejo del bosque urbano del parque. El objetivo de este trabajo fue elaborar un diagnóstico integral para identificar necesidades de manejo forestal. La metodología consistió en hacer una rodalización del parque, establecimiento de 108 sitios de muestreo de 500 m², levantamiento de variables dasométricas, silvícolas, biodiversidad y fitosanitarias presentes en el arbolado. Resultados: se definieron cinco rodales, las principales especies susceptibles al muérdago fueron *Jacaranda mimosifolia*, *Bahuinia americana* y *Casuarina equisetifolia*. El principal problema fitosanitario es *Struthanthus interruptus* especie de muérdago que afecta el arbolado, siguiendo en menor proporción *Psittacanthus calyculatus*. La biodiversidad y riqueza de especies forestales son 20, pertenecen a 16 diferentes familias botánicas, sobresaliendo Fabaceae, Bignonaceae, y Salicaceae. Las necesidades de manejo silvícola detectadas son podas y aclareos; el 18.6% del arbolado

requiere de podas para elevación de copa, el 75.4% requiere de poda sanitaria, el 19% de los árboles debe ser derribado, ya que representan un peligro de caída por lluvias y fuertes vientos.

Palabras clave: Biodiversidad, índice de valor de importancia, podas, rodales, sistemas de información geográfica, muérdago, plagas.

INTRODUCCIÓN

Anaya (2002) menciona que los parques urbanos son espacios abiertos de uso público donde se llevan a cabo relaciones humanas de esparcimiento, recreación, deporte, convivencia comunitaria, educación y cultura dentro de la ciudad y expresan una de las formas de relación sociedad-naturaleza. El parque de “La Solidaridad Iberoamericana” es un ecosistema en el cuál predominan los árboles, se encuentra inmerso en un área densamente poblada y ofrece facilidades para la recreación. También este bosque urbano, como otros, proporciona beneficios tangibles e intangibles al ser humano y a otros seres vivos (Mohedano, 2013). El bosque urbano interactúa con el resto de los componentes bióticos y abióticos del ecosistema urbano y contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de la población y del ambiente (Larios, 2012).

En el país, las áreas arboladas de los parques urbanos no han tenido la suficiente atención. Tradicionalmente, se asumió que los árboles que le integran se deben desarrollar sin ninguna intervención de manejo forestal o cuando mucho se establecen plantaciones en las que muy poco se interviene con labores de protección y silvícolas para lograr su establecimiento y buen desarrollo.

Actualmente, en México los estudios y diagnósticos integrales del estado actual del arbolado en parques urbanos son escasos, más aún en diagnósticos integrales que involucran el estado fitosanitario, su estructura,

conformación, distribución (Canizales et al., 2020). De ahí la importancia del presente trabajo, que tiene el objetivo realizar el diagnóstico ecológico y fitosanitario del parque urbano “La solidaridad Iberoamericana” del área metropolitana de Guadalajara, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

EL ÁREA DE ESTUDIO

Se realizó un diagnóstico integral del arbolado urbano del Parque “La Solidaridad Iberoamericana” con el fin de proponer alternativas de solución que incidan en la gestión y el buen manejo de sus áreas arboladas. Se encuentra ubicado en el municipio de Guadalajara, Jal. y cuenta con alrededor 110 hectáreas de áreas verdes utilizadas para fines recreativos (Figura 1). Para cumplir con los objetivos propuestos se tomaron en cuenta cuatro elementos fundamentales que permiten diagnosticar el estado actual del arbolado del Parque “La Solidaridad Iberoamericana”.

RODALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La rodalización del área consistió en ubicar en una imagen satelital de Google Earth (2017) la zona a evaluar. Se utilizó el programa Q GIS versión 2.14 y en particular la herramienta “Análisis” que ofrece el programa para delimitar las áreas del parque, para este estudio se definieron áreas arboladas con una densidad del 50 %, criterio que se empleó para ampliar la superficie de muestreo, tamaño de muestra y por lo tanto, mayor confiabilidad en la obtención de datos, análisis de los mismos, así como resultados confiables. Para validar la rodalización se llevaron a cabo recorridos en el Parque con el fin de observar de forma preliminar la composición vegetal para su posterior evaluación dasométrica y silvícola. Después de realizar la rodalización se procedió a la selección de sitios o parcelas de muestreo dentro de cada rodal utilizando la herramienta

del programa Q GIS “Herramienta de Investigación”, se generó una red de puntos de muestreo al azar (Figura 2).

Las parcelas de muestreo se ubicaron geográficamente con ayuda de un GPS, siendo 108 el número total de los sitios para una intensidad de muestreo aproximada del 10% de la superficie del parque “La Solidaridad”. Dentro de cada parcela se ubicó el punto central en el terreno mediante GPS programados con datos espaciales pertenecientes al Grid del diseño de muestreo previamente elaborado. Así mismo, los datos de las posiciones de los individuos arbóreos incluidos en las parcelas y subparcelas fueron localizados por su azimut con brújula y la distancia medida con un distanciometro láser (Figura 3).

Para obtener los datos de campo se utilizaron parcelas concéntricas de 500 m² (0.05 ha) para arbolado adulto y subparcelas de 12.57 m² 0.001 ha para regeneración de las especies arbóreas. Dentro de cada parcela se utilizó un formato para toma de los siguientes atributos: especie, etapa de edad, datos dendrométricos (altura, diámetro normal y basal), cobertura de copa, estado físico del tronco y de la copa, así como la condición sanitaria del tronco y de la copa.

En gabinete, con los atributos tomados en campo se generó una base de datos utilizando Microsoft Excel para su análisis.

ESTADO ACTUAL DEL ARBOLADO

El estado fitosanitario del arbolado juega un papel muy importante en la vitalidad, ya que el arbolado con un mal estado fitosanitario genera un panorama paisajístico desfavorable y una capacidad deficiente para realizar sus funciones.

Las plagas y enfermedades encontradas en el arbolado de un parque, aunado al mal manejo, son las principales causas que generan un estado de salud deficiente. Por lo anterior, se deben evaluar y realizar diagnósticos

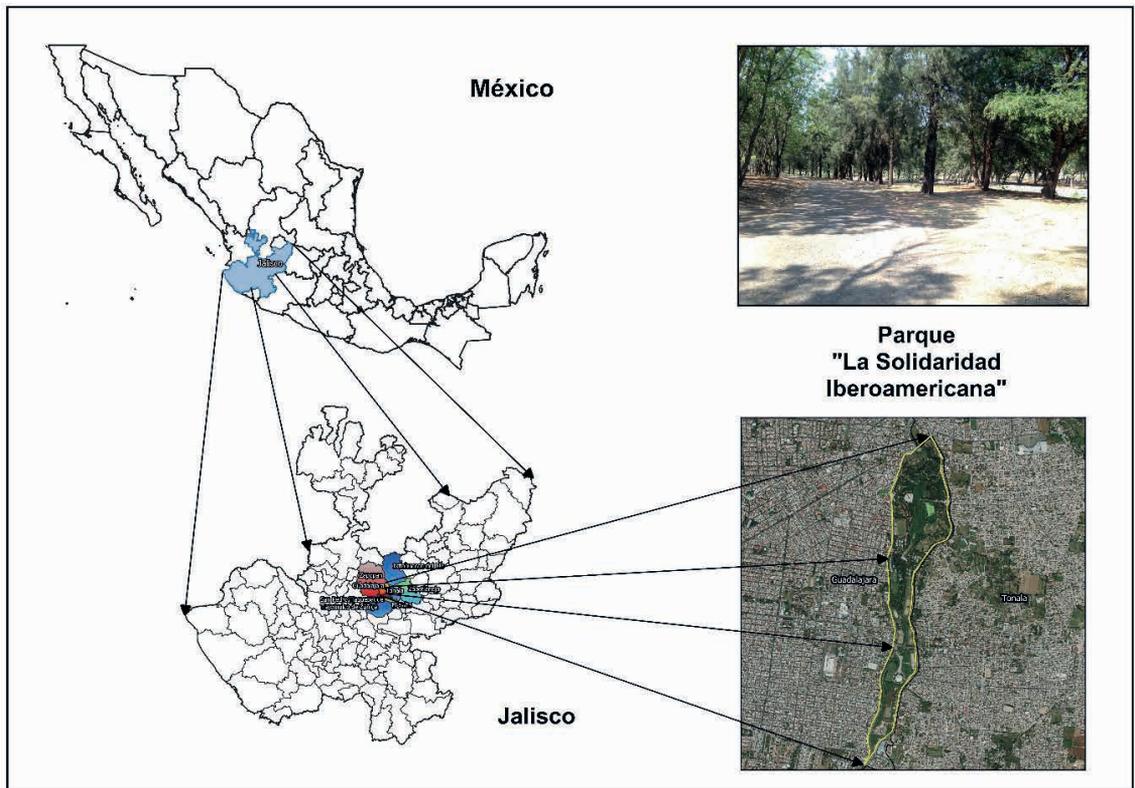


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

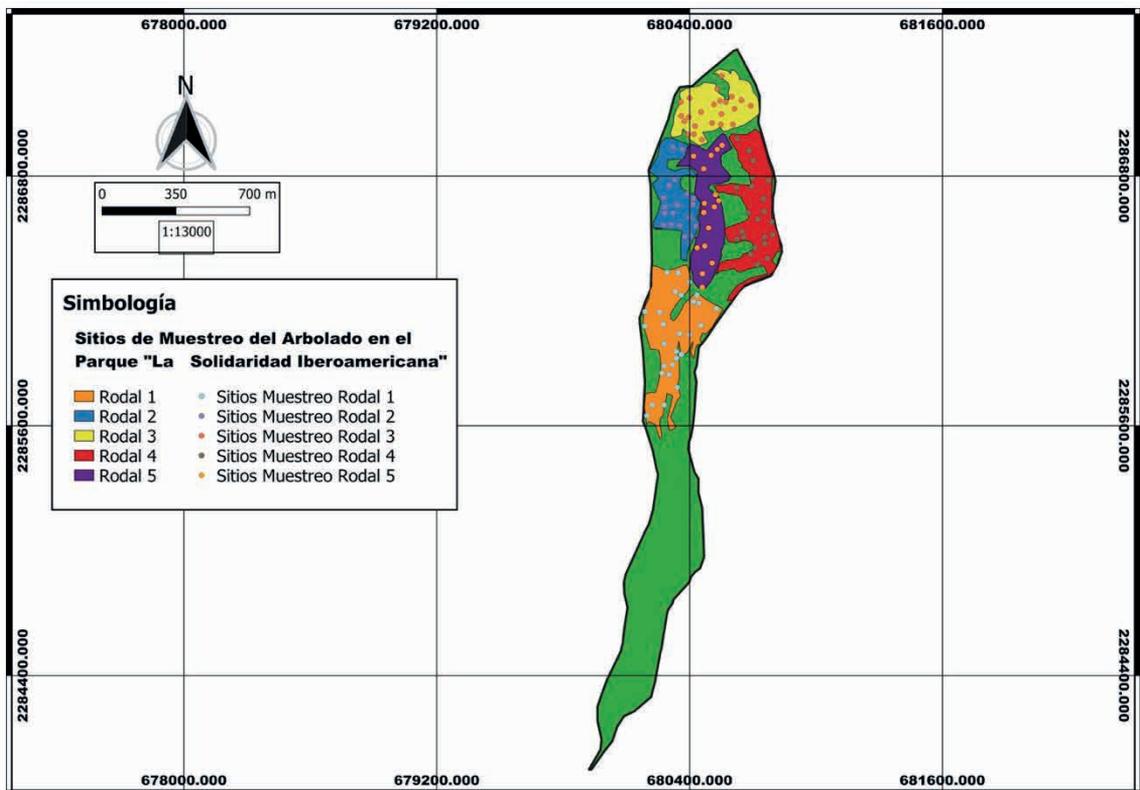


Figura 2. Distribución de parcelas de muestreo en el Parque La Solidaridad Iberoamericana.

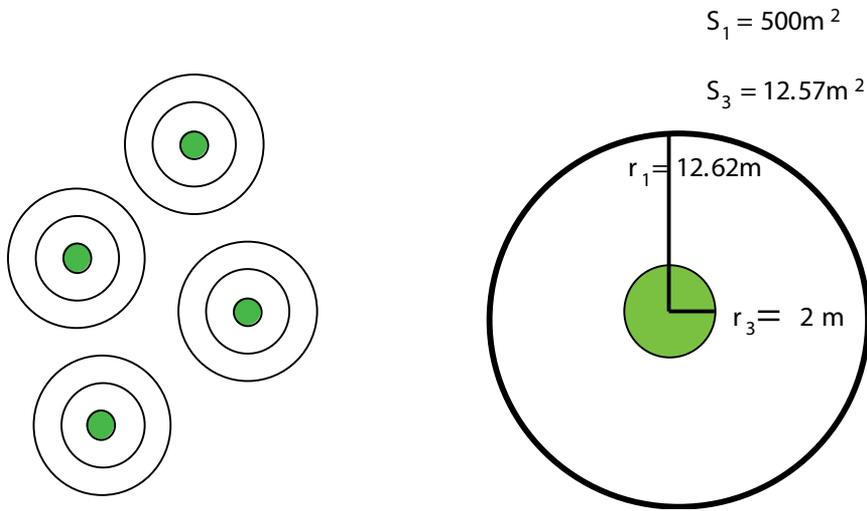


Figura 3. Diseño de muestreo al azar con parcelas circulares.

Fuente: Hernández, 2008 y modificada por los autores.

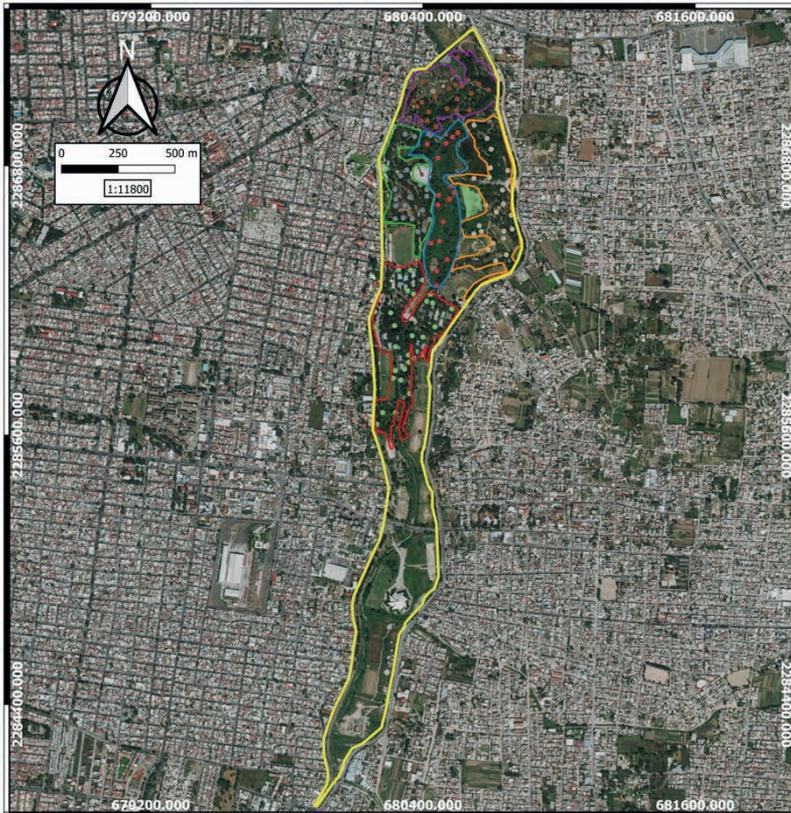


Figura 4. Rodales obtenidos a partir de la densidad de vegetación.

oportunos que incidan en el buen manejo del arbolado. Por lo anterior, se deben evaluar y realizar diagnósticos oportunos que incidan en el buen manejo del arbolado.

En campo para la obtención de las variables de muestreo, se aplicó la metodología utilizada por (Zamudio, 2010) y modificada por los autores, donde se consideraron variables de ubicación y dasométricas de los árboles. Para determinar la afectación por muérdago a cada árbol se aplicó la metodología empleada por (Hawksworth, 1977) mediante el sistema de evaluación de 6 clases, donde se divide la copa en tercios para la obtención del grado de afectación. En el caso de insectos defoliadores se empleó la propuesta de (Báez y Trejo, 2011) modificada por los autores, donde se caracterizan los daños en la calidad del follaje y vigor del arbolado en porcentajes.

INDICADORES ECOLÓGICOS

La composición arbórea se determinó a nivel taxonómico agrupando las especies en familias y géneros con la finalidad de conocer la representatividad (porcentaje de presencia) de estas especies en el Parque “La Solidaridad”, y en cada rodal.

Con los datos obtenidos del inventario forestal se determinó el número de especies arbóreas presentes en las parcelas seleccionadas. Se tomaron todas las especies arbóreas mayores a 5 cm de diámetro a la altura de pecho (DAP) registradas en las 108 parcelas de muestreo. Se aplicó la metodología del Índice de Valor de Importancia (IVI) sugerida por (Lamprecht, 1990), la cual es una medida de cuantificación para asignarle a cada especie su categoría de importancia y se obtiene de la suma de la Abundancia relativa, Frecuencia relativa y Dominancia relativa (cobertura de copa m^2). El índice de valor de importancia, es quizás el más conocido, este es calculado para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, frecuencia

relativa y dominancia relativa, lo que hace posible comparar el peso ecológico de cada especie, en un determinado bosque o rodal.

Para cada especie se determinó su abundancia, de acuerdo al número de individuos (N/ha), su dominancia en función a la cobertura de copa (m^2/ha), y su frecuencia con base en su existencia en los sitios de muestreo. Los resultados se utilizaron para obtener un valor ponderado a nivel de especie denominado Índice de Valor de Importancia (IVI), que adquiere valores porcentuales en una escala del 0 al 100.

Para la estimación de la abundancia relativa se empleó la siguiente fórmula (1):

$$AR_i = \left(\frac{A_i}{\sum A_i} \right) * 100 \quad (1)$$

$$i = 1 \dots n$$

donde AR_i es la abundancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total y A_i es la abundancia absoluta de la especie i (N/ha). La dominancia se evaluó mediante la fórmula (2):

$$DR_i = \left(\frac{D_i}{\sum D_i} \right) * 100 \quad (2)$$

$$i = 1 \dots n$$

donde DR_i es la dominancia relativa de la especie i respecto a la dominancia total y D es la dominancia absoluta de la especie i (m^2/ha). La frecuencia relativa se obtuvo con la fórmula (3):

$$F_i = \left(\frac{f_i}{N} \right) * 100$$

$$FR_i = \left(\frac{F_i}{\sum F_i} \right) * 100 \quad (3)$$

$$i = 1 \dots n$$

donde F_i es la frecuencia absoluta (porcentaje de presencia en los sitios de muestreo), f_i es el número de sitios en la que

está presente la especie i , N es el número de sitios de muestreo y FR_i es la frecuencia relativa de la especie i respecto a la frecuencia total.

El índice de valor de importancia (IVI) se define con la fórmula (4):

$$IVI = \frac{AR_i + DR_i + FR_i}{3} \quad (4)$$

NECESIDADES DE MANEJO SILVÍCOLA (ACLAREOS Y PODAS)

El área arbolada del Parque “La Solidaridad Iberoamericana” debe tener un manejo silvícola con tratamientos que involucren podas y aclareos. Este manejo debe ser adecuado debido a que existe una gran interacción entre las personas y la zona arbolada.

Se define como poda el corte selectivo de partes del árbol (ramas), basado en el conocimiento biológico del mismo, con un propósito definido.

Como principal objetivo del manejo silvícola se busca aumentar la vida útil de los árboles, ya que con la poda y/o derribos se evita la competencia entre árboles y vectores de enfermedades o plagas, mejorar la circulación de personas entre el arbolado y aumentar la visibilidad entre los árboles.

También favorecer la entrada de aire y luz a la copa para reducir el nivel de humedad de las mismas, y de esta forma prevenir problemas fitosanitarios.

Con los datos obtenidos del inventario forestal en las parcelas seleccionadas, se determinó el número árboles que requieren poda y de qué tipo, así como los árboles que deben ser extraídos (aclareo). Se llevó a cabo una revisión de bibliografía especializada en estos temas de podas y derribo de árboles, y se decidió usar como base en la práctica de estas actividades silviculturales el Manual de Sanidad Forestal de la (CONAFOR, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN RODALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El uso del Sistema de Información Geográfica QGIS en el parque “La Solidaridad” fue muy útil y permitió la obtención de los siguientes productos; delimitación del polígono de la superficie del parque (Figura 4), delimitación de los rodales para su evaluación, y la implementación del diseño de muestreo de campo.

El Cuadro 1 muestra el número de sitios de muestreo, la superficie y perímetro del rodal.

Rodal	Sitios de muestreo	Superficie del rodal (mts ²)	Perímetro (mts)
1	28	139145.65	3242.44
2	19	74268.98	1904.71
3	23	89740.16	1706.42
4	22	114194.08	2984.78
5	16	91713.31	2003.18
Total	108		

ESTADO ACTUAL Y CONSIDERACIONES DEL ARBOLADO QUE INVOLUCRA, SALUD PRESENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Se encontró que de los 1018 árboles muestreados en campo las principales especies susceptibles al muérdago son *Jacaranda mimosifolia* con 141 individuos (13.85%), *Bahuinia americana* con 137 individuos (13.45%) y *Casuarina equisetifolia* con 95 individuos. También se observó en campo que el principal problema fitosanitario es *Struthanthus interruptus* la especie de muérdago principal que afecta el arbolado urbano, siguiendo en menor proporción *Psittacanthus calyculatus*.

Se encontró que la especie más susceptible a daños por vandalismo es *Eucalyptus camaldulensis* con 4 individuos (0.39%) y *Fraxinus uhdei* con 2 individuos (0.19%),

infruyendo a su gran cobertura fustal es más llamativo para realizar vandalismo. Entre las especies con deficiencias nutricionales y su estacionalidad es *Bauhinia americana* con 23 individuos (2.25%), debiéndose a la calidad de sitio que presenta y su periodo estacional acorde a su fisiología, con pérdida de cobertura foliar y calidad en el fuste.

Para el caso de insectos defoliadores, siendo la única especie susceptible fue *Bauhinia americana* con tres individuos, representando el 0.29% del arbolado total.

INDICADORES ECOLÓGICOS

Con los datos obtenidos en los sitios muestreados se determinó que el número de especies arbóreas forestales es de 20 que pertenecen a 16 familias botánicas donde sobresalen las familias Fabaceae, Bignoniaceae, y Salicaceae, y siete especies son consideradas como exóticas (Cuadro 2). Estas familias también fueron registradas como las más importantes en los parques urbanos de Linares, Nuevo León (Leal et al., 2018).

En el Cuadro 3, se muestran los indicadores ecológicos de las especies. Se registraron 1018 árboles (densidad de 207 ind/ha) y un área de copa 13,756.34 mts², indicando que el 25.47% del área muestreada está cubierta.

Bauhinia americana es la especie que presenta mayor abundancia (224 individuos, 22% del total). La especie que presenta mayor frecuencia es *Jacaranda mimosaeifolia*, registrándose en 30 sitios de los 108 totales representando el 21% del total. *Jacaranda mimosaeifolia* es la especie con mayor dominancia registrando un área total de copa de 3139.96 mts², que representan el 23% del total.

Las 5 especies con mayor peso ecológico (*Jacaranda mimosaeifolia*, *Bauhinia americana*, *Casuarina equisetifolia*, *Salix bonplandiana*, y *Fraxinus uhdei*) representan el 79.17% de la abundancia total y el 76.71 % del área de

cobertura total. Lo anterior indica que pocas especies arbóreas forestales representan un alto porcentaje de abundancia y cobertura de copa en el área de estudio.

De acuerdo con los resultados obtenidos en un reporte técnico de Hernández et al. (2017) en su propuesta integral para diagnóstico en arbolado de parques urbanos, se presenta el Cuadro 4 con los indicadores ecológicos de las especies del Parque Metropolitano, en el mismo, se observa que las tres especies con mayor valor son *Pinus douglasiana* con 79.41, *Lysiloma divaricata* con 24.52 y *Pinus greggii* con 21.95. Determinaron que el número de especies arbóreas forestales es de 40, que pertenecen a 17 familias botánicas donde sobresalen las familias Pinaceae, Fabaceae y Boraginaceae. Se registraron 662 árboles (densidad de 134 ind/ha) y un área de copa 16,775.75 mts², indicando que el 86% del área muestreada está cubierta. *Pinus douglasiana* es la especie que presenta mayor abundancia (214 individuos, 30% del total). Las especies que presentaron mayor frecuencia son *Pinus douglasiana* y *Lysiloma divaricata*, presentes cada una en 6 sitios de los 96 totales que representan el 6% del total. *Pinus douglasiana* también es la especie con mayor dominancia registrando un área total de copa de 4,999.12 mts², que representan el 30% del total. Las 4 especies con mayor peso ecológico (*Pinus douglasiana*, *Lysiloma divaricata*, *Pinus greggii*, y *Leucaena leucocephala*) representan el 60% de la abundancia total y el 60 % del área de cobertura total. Lo anterior indica que pocas especies arbóreas forestales representan un alto porcentaje de abundancia y cobertura de copa en el área de estudio.

Lo anterior demuestra, que, si bien ambos parques se encuentran dentro de una misma región, su biodiversidad y riqueza de especies son muy diferentes, esto puede ser debido a la variación de los microclimas y factores edáficos presentes en cada lugar, que algunas

Familia	Origen	Nombre Común	Nombre científico
Bignoneaceae	Exótica	Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don.
Fabaceae	Nativa	Bahuinia	<i>Bauhinia americana</i> Launay.
Casuarinaceae	Exótica	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i> (L.).
Salicaceae	Nativa	Sauce	<i>Salix bonplandiana</i> Kunth.
Oleaceae	Nativa	Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.
Myrtaceae	Exótica	Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.
Proteaceae	Exótica	Grevilea	<i>Grevillea robusta</i> A.Cunn. ex R.Br.
Cupressaceae	Nativa	Ahuehete	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.
Anacardiaceae	Exótica	Pirul	<i>Schinus molle</i> L.
Pinaceae	Nativa	Pino Douglas	<i>Pinus douglasiana</i> Martinez.
Moraceae	Nativa	Higuerón	<i>Ficus americana</i> Aubl.
Myrtaceae	Exótica	Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.
Fabaceae	Nativa	Guamúchil	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.
Fabaceae	Nativa	Tabachín Enano	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.
Burseraceae	Nativa	Bursera	<i>Bursera</i> spp. Jacq. ex L.
Asparagaceae	Nativa	Yuca	<i>Yucca filifera</i> Chabaud.
Cupressaceae	Nativa	Cedro Blanco	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.
Fabaceae	Exótica	Cedro Rosado	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Arn.
Malvaceae	Nativa	Ceiba	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna.
Fabaceae	Nativa	Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.

Cuadro 2. Especies forestales registradas en el área de estudio.

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia CC		IVI
	Abs.	Rel.	Abs	Rel.	Abs (m ²)	Rel	
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	207	20.33	30	20.98	3139.66	22.82	21.38
<i>Bauhinia americana</i>	224	22	10	6.99	2050.65	14.91	14.63
<i>Casuarina equisetifolia</i>	123	12.08	19	13.29	1834.45	13.34	12.90
<i>Salix bonplandiana</i>	143	14.05	12	8.39	2206.66	16.04	12.83
<i>Fraxinus uhdei</i>	109	10.71	16	11.19	1320.09	9.60	10.50
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	66	6.48	18	12.59	1159.84	8.43	9.17
<i>Grevillea robusta</i>	29	2.85	11	7.69	427.41	3.11	4.55
<i>Taxodium mucronatum</i>	37	3.63	3	2.1	543.2	3.95	3.23
<i>Schinus molle</i>	19	1.87	4	2.8	214.8	1.56	2.08
<i>Pinus Douglasiana</i>	10	0.98	4	2.8	167.02	1.21	1.66
<i>Ficus americana</i>	9	0.88	2	1.4	236.48	1.72	1.33
<i>Psidium guajava</i>	8	0.79	3	2.1	98.77	0.72	1.20
<i>Pithecellobium dulce</i>	4	0.39	3	2.1	49.71	0.36	0.95
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	7	0.69	1	0.7	157.47	1.14	0.84
<i>Bursera spp</i>	14	1.38	1	0.7	37.3	0.27	0.78
<i>Yucca filifera</i>	2	0.2	2	1.4	20.65	0.15	0.58
<i>Cupressus lusitanica</i>	3	0.29	1	0.7	34.4	0.25	0.41
<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	2	0.2	1	0.7	16.72	0.12	0.34
<i>Ceiba speciosa</i>	1	0.1	1	0.7	25.99	0.19	0.33
<i>Leucaena leucocephala</i>	1	0.1	1	0.7	15.07	0.11	0.30
Total	1018	100	108	100.00	13756.34	100	100.00

Las especies están ordenadas de acuerdo a su Índice de Valor de Importancia, donde: Abs = absoluta, Rel = relativa, CC Cobertura de copa, IVI = Índice de Valor de Importancia.

Cuadro 3.- Indicadores ecológicos de las especies con mayor valor de importancia en el “Parque Solidaridad Iberoamericana”.

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia (CC)		IVI
	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs (m ²)	Rel.	
<i>Pinus douglasiana</i>	214	32.33	6	6.25	4999.12	29.82	22.8
<i>Lysiloma divaricata</i>	86	12.99	6	6.25	2591.35	15.46	11.57
<i>Pinus greggii</i>	62	9.37	4	4.17	1604.23	9.57	7.7
<i>Leucaena leucocephala</i>	35	5.29	6	6.25	814.52	4.86	5.47
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	13	1.96	5	5.21	1028.45	6.13	4.44
<i>Delonix regia</i>	21	3.17	5	5.21	553.31	3.3	3.89
<i>Pinus devoniana</i>	26	3.93	3	3.13	512.36	3.06	3.37
<i>Cupressus lusitanica</i>	13	1.96	5	5.21	472.77	2.82	3.33
<i>Cordia sp.</i>	25	3.78	2	2.08	209.11	1.25	2.37
<i>Eucalyptus globulus</i>	8	1.21	3	3.13	452.81	2.7	2.34
<i>Pinus cembroides</i>	16	2.42	3	3.13	246.08	1.47	2.34
<i>Ceiba speciosa</i>	10	1.51	3	3.13	223.02	1.33	1.99
<i>Fraxinus uhdei</i>	10	1.51	3	3.13	197.82	1.18	1.94
<i>Malvaviscus arboreus</i>	13	1.96	1	1.04	381.16	2.27	1.76
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	6	0.91	3	3.13	155.09	0.93	1.65
<i>Quercus magnolifolia</i>	7	1.06	3	3.13	124.02	0.74	1.64
<i>Quercus aristata</i>	12	1.81	2	2.08	164.36	0.98	1.63
<i>Acacia sp.</i>	7	1.06	3	3.13	110.2	0.66	1.61
<i>Inga latifolia</i>	4	0.6	1	1.04	468.99	2.8	1.48
<i>Tecoma stans</i>	8	1.21	2	2.08	119.64	0.71	1.34
<i>Sapindus saponaria</i>	8	1.21	1	1.04	279.93	1.67	1.31
<i>Bursera palmerii</i>	7	1.06	2	2.08	91.65	0.55	1.23
<i>Pinus oocarpa</i>	4	0.6	2	2.08	137.37	0.82	1.17
<i>Quercus sp.</i>	1	0.15	3	3.13	7.55	0.05	1.11
<i>Liquidambar styraciflua</i>	4	0.6	2	2.08	36.8	0.22	0.97
<i>Swietenia humilis</i>	3	0.45	2	2.08	46.98	0.28	0.94
<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	2	0.3	1	1.04	237.16	1.41	0.92
<i>Cupressus sempervivens</i>	4	0.6	2	2.08	9.83	0.06	0.92
<i>Bursera fagaroides</i>	7	1.06	1	1.04	92.68	0.55	0.88
<i>Brusera palmerii</i>	1	0.15	1	1.04	145.27	0.87	0.69
<i>Leucaena sculenta</i>	3	0.45	1	1.04	98.06	0.58	0.69
<i>Bursera sp.</i>	5	0.76	1	1.04	20.09	0.12	0.64
<i>Erythrina americana</i>	4	0.6	1	1.04	42.4	0.25	0.63
<i>Tabebuia sp.</i>	5	0.76	1	1.04	16.06	0.1	0.63
<i>Pinus praetermisa</i>	2	0.3	1	1.04	23.48	0.14	0.49
<i>Bursera copallifera</i>	2	0.3	1	1.04	17.57	0.1	0.48
<i>Casuarina equisetifolia</i>	1	0.15	1	1.04	12.57	0.07	0.42
<i>Grevillea robusta</i>	1	0.15	1	1.04	10.18	0.06	0.42
<i>Pinus patula</i>	1	0.15	1	1.04	8.55	0.05	0.41
<i>Bursera multijuga</i>	1	0.15	1	1.04	3.14	0.02	0.4
Total	662	100	96	100	16765.75	100	100

Las especies están ordenadas de acuerdo a su Índice de Valor de Importancia, donde: Abs = absoluta, Rel = relativa, CC Cobertura de copa, IVI = Índice de Valor de Importancia.

Cuadro 4. Indicadores ecológicos de las especies con mayor valor de importancia “Parque Metropolitano”.

especies forestales son exóticas, además del incipiente manejo silvícola aplicado a los parques. Ambos parques tienen problemas de falta de manejo y fitosanitarios que impactan en la composición y salud de sus arbolados, es por ello importante considerar lo que menciona Thompson (2011) quien señala que el mantenimiento de la biodiversidad es el elemento clave para salvaguardar la resiliencia de un ecosistema. De igual manera, Alanís et al. (2014) evaluaron la estructura y composición del arbolado urbano de un campus universitario del noreste de México, el estudio arrojó un alto porcentaje de especies nativas con alta densidad y cobertura de copa, representando una gran diversidad y riqueza de especies.

NECESIDADES DE MANEJO SILVÍCOLA (ACLAREOS PODAS)

El Parque de la Solidaridad cuenta con una extensa área arbolada, la cual debe tener un manejo específico debido a que existe una gran interacción entre personas y este ecosistema. Las causas por las que se deban aplicar podas o derribos, ya sea porque el árbol esté muerto (por competencia de recursos), que represente un peligro para la gente y/o para prevenir problemas fitosanitarios y de desarrollo.

PODA DE ELEVACIÓN

De los 1018 árboles muestreados, el 18.66% requieren poda, pues la altura de fuste limpio requerida en parques mínimo es de 2.4 m, se requiere este tipo para evitar la obstrucción del paso peatonal o en las labores silviculturales (Rivas, 2010). Las especies con mayor cantidad de árboles acumulados con requerimiento de poda de elevación de copa son: *Jacaranda* "*Jacaranda mimosifolia*" (exótica), Fresno "*Fraxinus uhdei*" (nativa) y *Bahuinia* "*Bahuinia americana*" (nativa).

PODA SANITARIA

De los árboles muestreados, el 75.44% requiere de poda sanitaria para así evitar focos de infestación a árboles sin problemas de sanidad (Rivas, 2010). Las principales especies con requerimiento de poda sanitaria son: *Jacaranda mimosifolia* y *Casuarina equisetifolia*, ambas de origen exótico, además de *Bahuinia americana* que es una especie nativa.

DERRIBO DE ÁRBOLES

De los árboles contenidos en la muestra del trabajo el 19.05% requieren ser derribados. Rivas (2000) señala que los árboles muertos representan un peligro de caída por lluvias y fuertes vientos, también los árboles plagados casi en su totalidad representan un foco de infección para árboles sanos. Las especies arbóreas con mayor cantidad de árboles por derribar son: *Jacaranda mimosifolia* que es una especie exótica, *Bahuinia americana* y *Fraxinus uhdei* que son especies nativas.

ELEVACIÓN DE COPA

De los 1018 árboles muestreados, el 18.66% requieren poda, pues la altura de fuste limpio requerida en parques mínimo es de 2.4 m, se requiere este tipo de tratamiento silvícola para evitar la obstrucción del paso peatonal o en las labores silviculturales (Rivas, 2010). Las especies con mayor cantidad de árboles que requieren una poda de elevación de copa son: *Jacaranda mimosifolia* (exótica), *Fraxinus uhdei* (nativa) y *Bahuinia americana* (nativa).

PODA SANITARIA

De los árboles muestreados, el 75.44% requiere de poda sanitaria para así evitar focos de infestación a árboles sin problemas de sanidad (Rivas, 2010). Las especies con mayor cantidad de árboles acumulados con requerimiento de poda sanitaria son:

Jacaranda "*Jacaranda mimosifolia*" (exótica), Bahuinia "*Bahuinia americana*" (nativa) y Casuarina "*Casuarina equisetifolia*" (exótica).

DERRIBO DE ÁRBOLES

De los árboles contenidos en la muestra del trabajo el 19.05% requieren ser derribados. Rivas (2000) señala que los árboles muertos representan un peligro de caída por lluvias y fuertes vientos, también los árboles plagados casi en su totalidad representan un foco de infección para arboles sanos. Las especies arbóreas con mayor cantidad de árboles por derribar son: *Jacaranda mimosifolia* que es una especie exótica, *Bahuinia americana* y *Fraxinus uhdei* que son especies nativas.

CONCLUSIONES

La metodología aquí utilizada resultó eficaz para acercarse a la evaluación del estado actual del arbolado urbano establecido en el parque en cuanto a presencia de plagas y enfermedades, riqueza de especies forestales, necesidades de manejo (aclareos y podas), también para definir que método de plantación y especies son apropiados para fomentar el valor intangible de los mismos. Las especies arbóreas recomendadas para fomentar y mejorar las áreas arboladas del parque son, *Bauhinia americana*, *Salix bonplandiana*, *Fraxinus uhdei*, y *Taxodium mucronatum*, mismas que se han adaptado bien al lugar y son especies nativas, se recomienda establecer en áreas planas establecer bajo un diseño de marco real y en áreas con pendiente del terreno utilizar el diseño tresbolillo, en ambas condiciones del terreno con el método de plantación de "cepa común" que consiste en una apertura de suelo de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad y un espaciamiento de 3 m X 3 m.

Esta información es útil para definir planes de manejo operativo del arbolado de acuerdo a prioridades o necesidades del arbolado y los

gestores del parque. La metodología utilizada es perfectible, por lo que se debe profundizar en el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

De los resultados obtenidos y su comparación con otros estudios elaborados en otros parques de la misma ciudad, se puede inferir que la variación existente entre ambos sitios se ve fuertemente influenciada por el manejo administrativo, es por ello que el conocimiento de las condiciones del estado fitosanitario, requerimientos de tratamiento silviculturales y diversidad de especies del arbolado del parque, puede incidir en la toma de buenas decisiones por parte de los administradores del parque al momento de establecer planes de manejo silviculturales, fomenta un mejor desarrollo del arbolado y por ende, su aportación de bienes intangibles en su entorno.

Es prioridad que se establezcan plantaciones técnicas y con especies adecuadas que aporten servicios ambientales como son la sombra, belleza del paisaje, reducción de dióxido de carbono, protección a los suelos, refugio para fauna del parque.

REFERENCIAS

- Alanís, E., J. Jiménez, A. Mora O., P. Canizales y L. Rocha. 2014. Estructura y composición del arbolado urbano de un campus universitario del noreste de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias* 1(7):93-101.
- Anaya, M. (2002). *Los parques urbanos en la zona metropolitana de Guadalajara*. Vinculación y Ciencia de la Universidad de Guadalajara. 9 (4), 4 – 16.
- Báez, A. Islas, B. Trejo, A. (2011). *Diagnostico Fitosanitario del Arbolado del Parque Alameda*. Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D. F. Disponible desde internet http://www.paot.org.mx/transparencia/2012/primer_trimestre/Fraccion_10/estudios_2011_spa/EsPA_03_2011_Alameda_Oriente.pdf. [consultado 02 Julio 2021, 12:25].
- Canizales, P. A., Alanís, E., Holguín, V. A., García, S., Chávez, A. C. (2020). Caracterización del arbolado urbano de la ciudad de Montemorelos, Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(62), 111-135.
- CONAFOR (2010). *Manual de Sanidad Forestal*. Comisión Nacional Forestal. Disponible desde internet <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/15/810Manual%20de%20sanidad%20forestal.pdf> [consultado 28 Junio 2021, 6:20].
- Hawksworth, F.G. (1977). The 6 class dwarf mistletoe rating system. Res. Note RM-48. Fort Collins, CO: USDA Forest Service Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 7p.
- Hernández, A. E. (2008). *Inventurmodell für tropische Wälder auf der Grundlage eines Geographischen Informationssystems*. Hamburg, Deutschland: Dr. Kovac.
- Hernández T., M. A., Hernández A., E. y Rodríguez P., J., (2017). Diagnóstico del arbolado urbano del Parque Metropolitano. Universidad de Guadalajara, Piloto Multidisciplinar de Pasantía Laboral Para La Intervención de Problemas Sociales. (Informe técnico final). Guadalajara, Jalisco, 39 pp.
- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en los trópicos*. Traducción de Antonio Carrillo. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Alemania. 335 p.
- Larios, A. (2012). *Experiencias de manejo forestal con especies nativas en el Parque Metropolitano de Guadalajara*. En: Ramírez A. I., M. Anaya, F. D. Rentería, J. G. Ruvalcaba y M. A. González (Comps.). *Propuestas para la gestión de los parques en México 2012*. Sección Ambiental, Orgánica Editores. México. (pp.76-94).
- Leal, CE, Leal, N., Alanís, E., Pequeño, M. Á., Mora, A., y Buendía, E. (2018). Estructura, composición y diversidad del arbolado urbano de Linares, Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9 (48), 252-270.
- Mohedano, L. (2013). *Influencia del arbolado urbano en la actividad Humana*. En: Salcedo, E. Hernández, E. Vázquez, J. Escoto, T. Echavarría, N. Recursos Forestales del Occidente de México: Biodiversidad, manejo, producción, aprovechamiento y conservación. (4) 2. México: Amaya.
- Rivas, D. (2010). *Manual Técnico Para La Poda, Derribo Y Transplante de Árboles Y Arbustos de la Ciudad de México*. Gobierno del Distrito Federal, México. (p. 51-67, 99).
- Thompson I. (2011). Biodiversidad, umbrales ecosistémicos, resiliencia y degradación forestal. Recuperado de <http://www.fao.org/3/i2560s/i2560s05.pdf> [consultado 26 Julio 2021, 1:28].
- Zamudio, C. E. (2010). *Análisis del Comportamiento del arbolado urbano público durante el periodo de 1995 a 1999 en la ciudad de Linares*. NL (Tesis de Maestría), *Fac. de Ciencias Forestales, UANL*, Linares, Nuevo León.