



Revista Mexicana de Ciencias Forestales

ISSN: 2007-1132

ciencia.forestal2@inifap.gob.mx

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
México

Zaragoza Hernández, Alejandra Yunuen; Cetina Alcalá, Víctor Manuel; López López,
Miguel Ángel; Chacalo Hilú, Alicia; de la Isla de Bauer, María de Lourdes; Alvarado
Rosales, Dionicio; González Rosas, Héctor

Identificación de daños en el arbolado de tres parques del Distrito Federal
Revista Mexicana de Ciencias Forestales, vol. 6, núm. 32, noviembre-diciembre, 2015,
pp. 63-82

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63444671006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Artículo / Article

Identificación de daños en el arbolado de tres parques del Distrito Federal

Identification of tree damages of three parks of Mexico City

Alejandra Yunuen Zaragoza Hernández¹, Víctor Manuel Cetina Alcalá¹, Miguel Ángel López López¹, Alicia Chacalo Hilú², María de Lourdes de la Isla de Bauer³, Dionicio Alvarado Rosales⁴ y Héctor González Rosas⁵

Resumen

Los indicadores de salud permiten diagnosticar el estado fitosanitario y la evolución de los daños en los bosques; a nivel del arbolado, miden el tipo, la localización y la severidad que le provocan enfermedades, insectos, tormentas y actividades humanas. Para evaluar su efectividad en el área urbana, se aplicó la metodología utilizada por el Inventario Nacional Forestal y de Suelos de México y por el *Forest Inventory Analysis* con adaptaciones especiales. Los sitios de muestreo se establecieron dentro de los parques Alameda Norte, Alameda Oriente y Alameda Sur en el Distrito Federal. Se realizaron tres muestreos durante primavera-otoño (mayo a octubre 2011) y uno en invierno (noviembre 2011 a enero 2012). Se estimaron las distribuciones de frecuencia, el índice de severidad de daño (ISD) en cada parque y su ubicación dentro de cada uno. El principal problema identificado en los tres lugares fue el vandalismo. Tanto en la Alameda Norte como en la Alameda Sur se registró un número elevado de árboles muertos en pie. Las actividades antropogénicas y el escaso mantenimiento se relacionaron con las afectaciones detectadas más importantes, independientemente de la diversidad de especies. Los valores altos de ISD se observaron en árboles invadidos por muérdago, mientras que los más bajos, en árboles con señales de vandalismo.

Palabras clave: Abiótico, alamedas, arbolado, biótico, factores antropogénicos, vandalismo.

Abstract

Forest health indicators allow the diagnosis of the general health condition of the woods and the evolution of damages in them; at the tree level, they measure the type, location, and severity of any injury caused by diseases, insects, storms, and human activities. In order to test its effectiveness, the methodology used and reported by the National Forest and Soil Inventory and the Forest Inventory Analysis with particular adaptations was applied in the urban area. The sampling sites were established in the *Alameda Norte*, *Alameda Oriente* and *Alameda Sur* of Mexico City. Three samplings were carried out during the spring to fall seasons (May to October, 2011) and one sampling during the winter season (November 2011 to January 2012). The type of damage, the tree damage frequency, the Damage Severity Index (DSI) and the damage spatial distribution within the parks were estimated. Overall, vandalism was identified as the main damage within the three parks. Both, in *Alameda Norte* and in *Alameda Sur* a high number of dead standing trees was found. Anthropogenic activities and a poor maintenance were related to the main tree damages, regardless of the forest species diversity. The high DSI values were observed in trees affected by mistletoe, while the lower values came from vandalized trees.

Key words: Abiotic, urban park, trees, biotic, anthropogenic factors, vandalism.

Fecha de recepción/date of receipt: 4 de mayo de 2015; Fecha de aceptación/date of acceptance: 28 de octubre de 2015.

¹ Programa Forestal. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Correo-e: zaragoza.alejandra@colpos.mx

² Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.

³ Programa Hidrociencias. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

⁴ Programa Fitosanidad. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

⁵ Programa Fruticultura. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

Introducción

Los inventarios realizados en áreas verdes urbanas confirman que las decisiones de mayor impacto en la salud forestal son la densidad de plantación y la selección de especies. En las ciudades, la exposición crónica a la contaminación atmosférica, los daños asociados al vandalismo y los sitios de plantación incorrectos son factores que disminuyen la vitalidad del arbolado y lo hacen vulnerable al ataque de plagas y enfermedades (Smiley *et al.*, 2006; Tiddens y Cloyd, 2006; Chacalo y Corona, 2009; PAOT, 2010; Koeser *et al.*, 2013).

En una superficie clasificada como solo urbana con 630 km² en el Distrito Federal (D.F.), se calcula que el porcentaje de áreas verdes podría estar disminuyendo a razón de 3.7 % cada año. Esto implica una reducción del valor social y económico del arbolado, componente sin el cual no se justifica la inversión financiera destinada al manejo y al mantenimiento de los parques, lo que conduce a un deterioro paulatino de su salud, aspecto crucial en el ámbito de la arboricultura y la dasonomía urbana. Parecería, entonces, que los árboles se perciban más como un problema que como un bien económico, por lo que la opción es removerlos con frecuencia, pero sin sustituirlos (Chacalo *et al.*, 1994; McPherson, 2007; Chacalo y Corona, 2009).

La salud forestal se ha enfocado en el análisis de los factores bióticos y abióticos que afectan el vigor y la productividad, y que se manifiestan a través de síntomas en las estructuras que conforman al árbol. En este contexto, en el arbolado urbano el mayor impacto procede del ataque de plagas y patógenos y los daños de origen abiótico (elementos físicos, químicos y mecánicos) que afectan su desarrollo, y que deben considerarse primero en caso de detectarse algún problema en la masa. Por ejemplo, en los Estados Unidos de América los daños de este tipo se asociaron con pérdidas de hasta 20 % en algunos rodales, ya que predispusieron al arbolado al ataque por enfermedades en el sitio (Boa, 2003; Cibrián *et al.*, 2007).

Mediante el indicador "daños al arbolado" se puede evaluar el tipo, ubicación y severidad de los daños provocados por enfermedades, plagas, eventos meteorológicos y actividades humanas (FIA, 2002; FIA, 2012; INFyS, 2012). Es importante porque con esta información se promueven las investigaciones relacionadas con la detección específica en campo de los agentes causales, además de precisar el papel de los factores bióticos y abióticos como estresantes e influencias en los procesos inherentes al ecosistema forestal. En este trabajo se aplicó la metodología de dicho indicador, con modificaciones para áreas urbanas, para identificar y clasificar los principales problemas de salud, su distribución y severidad en el arbolado de tres parques en el Distrito Federal.

Introduction

The surveys made in urban green areas confirm that the decisions of major impact on forest health are planting density and species selection. In cities, the chronic exposure to air pollution, damages linked to vandalism and the incorrect planting sites are factors reducing tree vitality and make it vulnerable to pests and diseases (Smiley *et al.*, 2006; Tiddens and Cloyd, 2006; Chacalo and Corona, 2009; PAOT, 2010; Koeser *et al.*, 2013).

In an area classified as urban land, 630 km², in Mexico City, it is estimated that the percentage of green areas may be declining at a rate of 3.7 % per year. This implies a reduction of the social and economic value of the woodland component without which the financial investment in the management and maintenance of the parks is not justified, leading to a gradual deterioration of its health, a crucial aspect in the field of arboriculture and urban forestry. It would seem, then, that the trees are perceived more as a problem than as an economic good, so the option is to remove them frequently, but without replacement (Chacalo *et al.*, 1994; McPherson, 2007; Chacalo and Corona, 2009).

Forest health has focused on analyzing the biotic and abiotic factors that affect the vigor and productivity, and are exhibited through symptoms in the structures that make up the tree. In this context, urban trees, the greatest impact comes from pests and pathogens and abiotic damage (chemical physical, and mechanical elements) that affect their development, and that must be considered first if any problems are detected in the woodland. For example, in the United States of America damages of this sort were associated to losses of up to 20 % in some stands as they predisposed trees to the attack by disease on the site (Boa, 2003; Cibrián *et al.*, 2007).

By the "damage to trees" indicator, the type, location and severity of damage caused by disease, pests, weather events and human activities can be assessed (FIA, 2002; FIA, 2012; INFyS, 2012). It is important because with this information related investigations in field-specific detection of the causative agents are promoted, in addition to specify the role of biotic and abiotic factors and influences as stressful processes inherent to the forest ecosystem. In this paper the methodology of this indicator was applied, with modifications to urban areas, to identify and classify the major health problems, distribution and severity in the woodland of three parks in Mexico City.



Materiales y Métodos

Los sitios de estudio fueron tres parques en el área urbana del D. F.: Alameda Oriente ($19^{\circ}26'7.63''$ N - $99^{\circ}03'18.53''$ O) en la delegación Venustiano Carranza; Alameda Norte ($19^{\circ}30'4.25''$ N - $99^{\circ}10'41.08''$ O) en la delegación Azcapotzalco y Alameda Sur ($19^{\circ}18'32.70''$ N - $99^{\circ}7'22.29''$ O) en la delegación Coyoacán (Figura 1). Estos parques se caracterizan por ser de acceso libre o poco restringido para los usuarios y son colindantes con avenidas y calles de tráfico vehicular intenso y constante.

Se establecieron conglomerados de cuatro parcelas circulares en forma de Y invertida de acuerdo con la metodología del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) y *Forest Inventory Analysis* (FIA) (FIA, 2002; FIA, 2012; INFyS, 2012), que fue ajustada para las áreas urbanas; cada parcela tenía una superficie individual de 408.30 m^2 y un radio de 11.4 m (Nowak, 2006; I-Tree, 2010; FIA, 2012; INFyS, 2012) y en ellas se hicieron los muestreos y la remediación. En la Alameda Norte se evaluó una superficie total de $8\,166\text{ m}^2$ (cinco conglomerados) y en las Alamedas Oriente y Sur, $6\,532\text{ m}^2$ (cuatro conglomerados cada una). Tres muestreos se realizaron en primavera-otoño (mayo-octubre 2011) y uno en invierno (noviembre 2011-enero 2012). Todos los árboles dentro de cada parcela se numeraron, se identificaron por especie y se evaluaron de acuerdo a los parámetros del indicador de daño.

Se registraron un máximo de dos daños por árbol. A partir

Materials and Methods

The study sites were three parks in the urban area of Mexico City: *Alameda Oriente* ($19^{\circ}26'7.63''$ N - $99^{\circ}03'18.53''$ W) in *Venustiano Carranza*; *Alameda Norte* ($19^{\circ}30'4.25''$ N - $99^{\circ}10'41.08''$ W) in *Azcapotzalco* and *Alameda Sur* ($19^{\circ}18'32.70''$ N - $99^{\circ}7'22.29''$ W) in *Coyoacán* (Figure 1). These parks are characterized by their free or little restriction access to users and are adjacent to avenues and streets of intense and constant traffic.

Clusters of four circular plots were established in the form of an inverted Y, according to the INFyS and FIA methodology (FIA 2002; FIA, 2012; INFyS, 2012), which was adjusted for urban areas; each plot had a single area of 408.30 m^2 and a radius of 11.4 m (Nowak, 2006; I-Tree, 2010; FIA, 2012; INFyS, 2012) and sampling and re-measurement were made in them. In *Alameda Norte* a total area of $8\,166\text{ m}^2$ (five clusters) were evaluated and in *Alameda Oriente* and *Sur*, $6\,532\text{ m}^2$ (four clusters each). Three samples were taken in spring-autumn (May-October, 2011) and one in winter (November, 2011-January, 2012). All trees within each plot were numbered, were identified by species and evaluated according to the parameters of the indicator of damage.

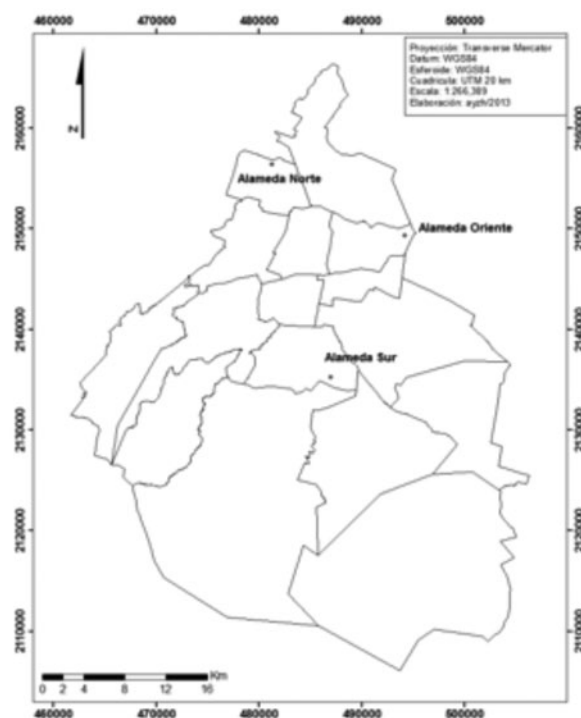


Figura 1. Parques seleccionados en el Distrito Federal para la evaluación de daños en el arbolado.

Figure 1. Parks of Mexico City where tree damage assessment was made.

de los de mayor probabilidad de ocurrir, se elaboraron códigos para el registro rápido de datos, pues se anotaron, además, la localización del daño, la severidad (de acuerdo con umbrales establecidos) y las especies forestales identificadas como más afectadas (Alvarado *et al.*, 2012).

La categoría “ningún daño” se aplicó a los árboles sanos o con afectaciones cuya severidad estaba por debajo del umbral establecido. El valor calculado para Índice de Severidad de Daño (ISD) por conglomerado se realizó con la fórmula:

$$ISD = \text{Naturaleza del agente causal} \times \text{Código de localización del daño}$$

que utiliza datos del tipo de daño, localización (Figura 2) y severidad (cuadros 1 y 2).

Para daños relacionados con plantas parásitas se empleó la fórmula:

$$ISD = \text{Naturaleza del agente causal} \times \text{Localización del daño} + \text{Severidad}$$

El código para naturaleza de agente causal se asignó con base en los daños que se advierten en las raíces y el fuste (tronco), que se consideran los más serios (FIA, 2002).

Los datos se analizaron para obtener distribuciones de frecuencia, valores de moda y percentiles para determinar los daños con mayor incidencia por sitio, así como el número de apariciones dentro de cada conglomerado y su relación con la especie forestal identificada. Se emplearon los programas SPSS para Windows versión 15.0 (SPSS, 2006) y ArcMap 10.2.2 (ArcGis-ESRI, 2014).

Up to two damage symptoms were recorded per tree. From the most likely to occur, codes for fast data were developed, as the location of the injury, severity (according to pre-established thresholds) and forest species identified as most affected were recorded as well (Alvarado *et al.*, 2012).

The “no harm” category applies to the healthy trees or damages whose severity was below the threshold. The calculated value for the Damage Severity Index (DSI) per cluster was performed with the formula:

$$DSI = \text{Nature of the causing agent} \times \text{Harm localization code}$$

which uses data of the kind of damage, localization (Figure 2) and severity (tables 1 and 2)

For damages related to parasitic plants, the following formula was used:

$$DSI = \text{Nature of the causing agent} \times \text{Harm localization} + \text{Severity}$$

The code for the nature of the causing agent is assigned from the damage that occur in roots and trunk, which are considered the most serious (FIA, 2002).

Data were analyzed for frequency distributions, Mode values and percentiles to determine the damages of the highest incidence by site as well as the number of occurrences within each cluster and its relation to the tree identified species. The SPSS programs for Windows 15.0 version (SPSS, 2006) and the 10.2.2 ArcMap (ArcGis-ESRI, 2014) were used.

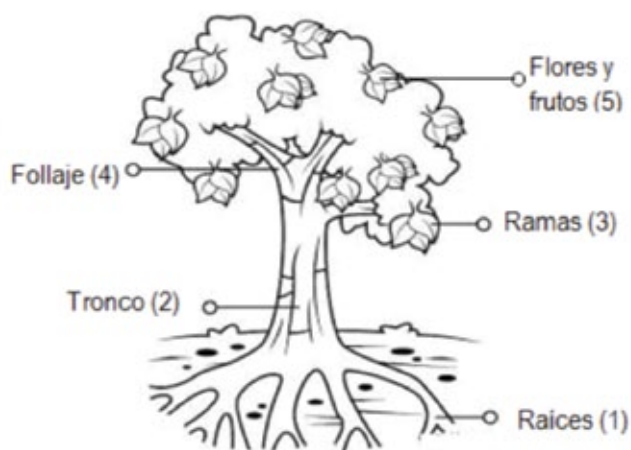


Figura 2. Localización de daños en el árbol.
Figure 2. Places of tree damages.

Cuadro 1. Factores para el cálculo del Índice de Severidad de Daño (ISD) en el arbolado de los sitios.

Naturaleza del agente causal del daño			
Códigos	Agente de daño	Umbrales	Severidad
2	Abióticos (10000)		
	Altas temperaturas (10001)		
	Viento (10003)		
	Falta de agua (10005)	Cualquier daño $\geq$ 20 % en raíces, tronco, ramas o follaje	20 al 100 % (1 a 5)
	Partículas suspendidas (10009)		
	Deficiencias nutrimentales (10011)		
3	Antropogénicos (11000)		
	Daños por construcciones (11001)		
	Daños por vehículos		
	Compactación por senderismo (11003)	Cualquier daño $\geq$ 20 % en raíces, tronco, ramas o follaje	20 a 100 % (1 a 5)
	Compactación por tráfico vehicular		
	Vandalismo (11005)		
3	Enfermedades de raíz (13000)		
	<i>Ganoderma</i> sp.	Cualquier incidencia	20 a 100 % (1 a 5)
	<i>Laetiporus</i> sp.		
1	Pudridores de fuste		
	<i>Phellinus</i> sp.	Cualquier daño $\geq$ 20 %	20 a 100 % (1 a 5)
2	Cancros (15000)		
	Cancro resinoso		
	<i>Tubercularia ulmea</i> J. C. Carter, 1947	Cualquier daño $\geq$ 20 %	20 a 100 % (1 - 5)
	<i>Cytospora chrysosperma</i> (Pers.) Fr., 1823		
2	Enfermedades de follaje (16000)		
	Manchas foliares (16001)	Cualquier daño $\geq$ 20 %	20 a 100 % (1 - 5)
	Cenicillas (16002)		
	Antracnosis	Valor 4-5: El follaje debe presentar daño $\geq$ 50 % de su superficie	
2	Insectos chupadores (21000)		
	<i>Glycaspis brimblecombei</i> Moore, 1975 (21001)		1-Ataques sucesivos y constantes (follaje verde, polvo, resinación)
	<i>Tropidosteptes chapingoensis</i> Carvalho & Rosas, 1965	Cualquier evidencia de un ataque exitoso	2-Ataques previos (follaje marchito, poco follaje vivo, polvo, resinación)
	<i>Corythucha salicata</i> Gibson, 1918		3-Punta muerta: follaje muerto en punta y verde en copa baja
	<i>Stenomacra marginella</i> Herrich-Schaeffer, 1850 (21004)		
2	Insectos de madera seca (22000)		
	Termitas (Isoptera) (22001)	Cualquier evidencia de un ataque exitoso	Severidad 1 a 3 como en insectos chupadores
1	Otros (23000)		
	Cola de cochino (23001)		
	Pájaro carpintero (23002)	Cualquier daño $\geq$ 20 %	20 a 100 % (1 a 5)

Table 1. Factors for the calculation of the Damage Severity Index (DSI) in the trees of the study sites.

Nature of the causing agent of damage			
Codes	Damage agent	Thresholds	Severity
2	Abiotic (10000)		
	High temperatures (10001)		
	Wind (10003)		
	Lack of water (10005)	Any damage $\geq$ 20 % in roots, stump, branches or foliage	20 to 100 % (1 to 5)
	Suspended particles (10009)		
	Nutritional deficiencies (10011)		
3	Antropogenic (11000)		
	Damages from buildings (11001)		
	Damages from cars		
	Compaction from trekking (11003)	Any damage $\geq$ 20 % in roots, stump, branches or foliage	20 to 100 % (1 to 5)
	Compaction from traffic		
	Vandalism (11005)		
3	Root diseases (13000)		
	<i>Ganoderma</i> sp.	Any incidence	20 to 100 % (1 to 5)
	<i>Laetiporus</i> sp.		
1	Stump rotting		
	<i>Phellinus</i> sp.	Any damage $\geq$ 20 %	20 to 100 % (1 to 5)
2	Cancers (15000)		
	Resinous cancer		
	<i>Tubercularia ulmea</i> J. C. Carter, 1947	Any damage $\geq$ 20 %	20 to 100 % (1 to 5)
	<i>Cytospora chrysosperma</i> (Pers.) Fr., 1823		
2	Foliage diseases (16000)		
	Leaf stains (16001)	Any damage $\geq$ 20 %	20 to 100 % (1 to 5)
	Ashes (16002)		
	Antracnosis	4-5 Value: Foliage must have $\geq$ 50 % of their area	
2	Sucking insects (21000)		
	<i>Glycaspis brimblecombei</i> Moore, 1975 (21001)		1-Succesive and continuous attacks (green foliage, dust, resin production)
	<i>Tropidosteptes chapingoensis</i> Carvalho & Rosas, 1965	Any evidence of a successful attack	2-Previos attacks (withered foliage few green foliage, dust, resin production)
	<i>Corythucha salicata</i> Gibson, 1918		3-Dead tip: dead foliage in the tip and green in the lower crown
	<i>Stenomacra marginella</i> Herrich-Schaeffer, 1850 (21004)		
2	Dry wood insects (22000)		
	Termites (Isoptera) (22001)	Any evidence of a successful attack	1 to 3 severity as in sucking insects
1	Others (23000)		
	Pig tails (23001)		
	Woodpecker (23002)	Any damage $\geq$ 20 %	20 to 100 % (1 to 5)

Cuadro 2. Factores para el cálculo del Índice de Severidad de Daño (ISD) con presencia de plantas parásitas en el arbolado de los sitios.

Naturaleza del agente causal del daño				
Códigos	Agente de daño	Umbrales		Severidad
3	Plantas parásitas, epífitas y otras (17000)			
		Muérdagos verdaderos y epífitas	<i>Cladocolea</i> sp.	<i>Struthantus</i> sp.
	<i>Cladocolea</i> sp. (17002)	5-35 % valor 1	1: Ausente o no visible	0: No infectado
	<i>Struthanthus</i> sp. (17003)	40-70 % valor 2	2: Ligero	1: Ligero
	<i>Psittacanthus</i> sp.	≥ 75 % valor 3	3: Moderado	2: Moderado
	<i>Arceuthobium</i> sp.		4: Severo	3: Severo
	<i>Phoradendron</i> sp.		5: Muerto	
	<i>Tillandsia</i> sp. (17007)			
	<i>Cuscuta</i> sp.			

Table 2. Factors for the calculation of the Damage Severity Index (DSI) with parasitic plants in the trees of the study sites.

Nature of the causing agent of damage				
Codes	Damage agent	Thresholds		Severity
3	Parasitic plants, epyphites and others (17000)			
		Real mistletoes and epyphites	<i>Cladocolea</i> sp.	<i>Struthantus</i> sp.
	<i>Cladocolea</i> sp. (17002)	5-35 % valor 1	1: Absent or non-apparent	0: Not infected
	<i>Struthanthus</i> sp. (17003)	40-70 % valor 2	2: Light	1: Light
	<i>Psittacanthus</i> sp.	≥ 75 % valor 3	3: Moderate	2: Moderate
	<i>Arceuthobium</i> sp.		4: Severe	3: Severe
	<i>Phoradendron</i> sp.		5: Dead	
	<i>Tillandsia</i> sp. (17007)			
	<i>Cuscuta</i> sp.			

Resultados y Discusión

En los tres sitios evaluados se encontraron árboles sanos, dañados y muertos en pie. Para explicar el impacto de cada uno de ellos se tomó la moda, ya que representa el valor con mayor frecuencia en una distribución de datos (Cochran, 2008). La categoría nombrada "sin daños" registró el más alto en los tres parques, lo que hace suponer la prevalencia de ejemplares sanos, pero también un gran número con síntomas por debajo de los umbrales establecidos.

Los principales problemas identificados estuvieron relacionados con el vandalismo (*graffiti* en árboles, acumulación de basura, daños y daños intencionales en ramas y raíces). En la

Results and Discussion

In the three evaluated sites were found healthy, damaged and dead standing trees. To explain the impact of each one of them, the mode was calculated, as it represents the most common value in a data distribution (Cochran, 2008). The category named "undamaged" recorded the highest in the three parks, which suggests the prevalence of healthy individuals, but also a large number with symptoms below the thresholds.



arboricultura urbana, el porcentaje de individuos dañados se calcula para estimar los beneficios ambientales, económicos y sociales que cada árbol o grupo de ellos representa. Este daño puede estar influenciado por la diferencia de tamaños, tasa de crecimiento, características foliares e incluso por la ubicación en la que se localizan en el área urbana (McPherson and Simpson, 2002).

De acuerdo con el análisis de datos (percentil 75), 75 % del arbolado en la Alameda Norte mostró afectación por el insecto chupador *Stenomacra marginella* (Herrich-Schaeffer, 1850) en primavera y verano; en la Alameda Oriente, el mismo porcentaje tuvo síntomas relacionados con vandalismo mientras que en la Alameda Sur la misma proporción de árboles presentó algún tipo de alteración en el follaje (muérdago, decoloraciones, manchas, quemaduras) en los muestreos de otoño e invierno (Cuadro 3). También se observaron condiciones de plantación inadecuadas, en las cuales el espacio disponible es limitado para el desarrollo óptimo de las especies forestales; entonces, las raíces quedan obstruidas, los fustes no se desarrollan, y por un traslape de doseles, los árboles no reciben luz suficiente para realizar plenamente la fotosíntesis y otras funciones vitales (Loh *et al.*, 2003; Tovar, 2007; Chacalo y Corona, 2009; Koeser *et al.*, 2013).

Los daños producidos por el vandalismo (las heridas en los fustes, en particular) funcionan como entradas para agentes patógenos como hongos, o para insectos barrenadores y chupadores y es frecuente en áreas verdes urbanas (Martínez, 2008).

The main problems identified in the three sites were related with vandalism in its various forms (paint on trees, garbage accumulation, injuries and intentional injuries in branches and roots). In urban forestry, the percentage of damaged trees is calculated to estimate the environmental, economic and social benefits that each tree or group of trees represent, which decreases under the influence of damage on differences in size, growth rates, foliage features and even the location of trees within the urban area (McPherson and Simpson, 2002).

According to data analysis (75th percentile), 75 % of woodland in the *Alameda Norte* showed involvement by sucking insect *Stenomacra marginella* in spring and summer; at *Alameda Oriente*, the same percentage had symptoms related to vandalism while in the *Alameda Sur* the same proportion of trees showed some type of disturbance in the foliage (mistletoe, discolorations, blemishes, burns) in the fall and winter samples (Table 3). Inadequate planting conditions were also observed, in which space is limited for the optimal development of forest species; then the roots are blocked, the stems do not develop, and from overlapping canopies, trees do not get enough light to fully perform photosynthesis and other vital functions (Loh *et al.*, 2003; Tovar, 2007; Chacalo and Corona, 2009; Koeser *et al.*, 2013).



Cuadro 3. Principales daños identificados en los sitios seleccionados en el Distrito Federal (2011-2012).

Alameda Norte					
Estadístico	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Especie predominante
Moda	Sin daño	Sin daño	Sin daño	Sin daño	<i>Cupressus lusitanica</i> var. <i>lindleyi</i> (Klotzsch ex Endl.) Carr.
Percentiles	25	Sin daño	Sin daño	Sin daño	
	50	Sin daño	Sin daño	Sin daño	
	75	<i>Stenomacra marginella</i> (Herrich-Schaeffer, 1850)	<i>Stenomacra marginella</i> (Herrich-Schaeffer, 1850)	Vandalismo	Vandalismo
Total	491	491	491	491	491
Alameda Oriente					
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Especie predominante
Moda	Sin daño	Sin daño	Sin daño	Sin daño	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.
Percentiles	25	Sin daño	Sin daño	Sin daño	
	50	Sin daño	Sin daño	Sin daño	
	75	Vandalismo	Vandalismo	Vandalismo	Vandalismo
Total	238	238	238	238	238

Continúa Cuadro 3...

Continúa Cuadro 3..

Alameda Sur					
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Especie predominante
Moda	Sin daño	Sin daño	Sin daño	Sin daño	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz) Lingelsh.
Percentiles	25 Sin daño	Sin daño	Sin daño	Sin daño	
	50 Sin daño	Sin daño	Vandalismo	Sin daño	
	75 <i>Cladocolea</i> sp.	Cancros	Alteraciones en el follaje	Alteraciones en el follaje	
Total	212	212	212	212	212

Muestreo 1 = mayo 2011; Muestreo 2 = agosto 2011; Muestreo 3 = octubre 2011; Muestreo 4 = enero 2012.

Table 3. Major damages identified in the studied sites in Mexico City (2011-2012).

Alameda Norte					
Statistical	Sampling 1	Sampling 2	Sampling 3	Sampling4	Prevalent species
Mode	Without damage	Without damage	Without damage	Without damage	<i>Cupressus lusitanica</i> var. <i>lindleyi</i> (Klotzsch ex Endl.) Carr.
Percentiles	25 Without damage	Without damage	Without damage	Without damage	
	50 Without damage	Without damage	Without damage	Without damage	
	75 <i>Stenomacra marginella</i> (Herrich-Schaeffer, 1850)	<i>Stenomacra marginella</i> (Herrich-Schaeffer, 1850)	Vandalism	Vandalism	
Total	491	491	491	491	491
Alameda Oriente					
	Sampling 1	Sampling 2	Sampling 3	Sampling4	Prevalent species
Mode	Without damage	Without damage	Without damage	Without damage	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.
Percentiles	25 Without damage	Without damage	Without damage	Without damage	
	50 Without damage	Without damage	Without damage	Without damage	
	75 Vandalism	Vandalism	Vandalism	Vandalism	
Total	238	238	238	238	238
Alameda Sur					
	Sampling 1	Sampling 2	Sampling 3	Sampling4	Prevalent species
Mode	Without damage	Without damage	Without damage	Without damage	Prevalent species
Percentiles	25 Without damage	Without damage	Without damage	Without damage	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz) Lingelsh.
	50 Without damage	Without damage	Without damage	Without damage	
	75 <i>Cladocolea</i> sp.	Cancers	Changes in foliage	Changes in foliage	
Total	212	212	212	212	212

Sampling 1 = May 2011; Sampling 2 = August 2011; Sampling 3 = October 2011; Sampling 4 = January 2012.

En las ciudades, los mayores impactos en el entorno ocurren por el cambio de uso de suelo y la urbanización, por lo que es muy común creer que solo los factores antropogénicos influyen en el estado de salud del arbolado (Cibrián *et al.*, 2007). En las tres alamedas se detectaron condiciones poco adecuadas para el desarrollo del arbolado como altas densidades de plantación, suelo pobre en nutrientes, suelo compactado, daños antropogénicos, mantenimiento escaso (riegos y programas de fertilización escasos o nulos) y exposición crónica a contaminantes atmosféricos, lo que disminuye su vigor y los vuelve más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades que normalmente son secundarios (Cibrián *et al.*, 2001; Boa, 2003; Smiley *et al.*, 2006; Tiddens y Cloyd, 2006; Chacalo y Corona, 2009; Koeser *et al.*, 2013). Esta susceptibilidad se hace visible con la alta incidencia de plantas parásitas e insectos chupadores registrada en cada muestreo y remediación.

En los tres sitios se registró la presencia de plantas parásitas de los géneros *Cladocolea* y *Strutanthus*, y el elemento más importante en áreas urbanas es la severidad de su ataque, pues se ha calculado que 83 de cada 100 árboles en la ciudad podrían ser infestados por dichos organismos y que al menos 53 % de ellos tendrían un nivel de daño severo. Esto se agrava al considerar que de las 68 especies arbóreas más comunes en áreas verdes del DF, 95 % son susceptibles a la colonización por algún tipo de muérdago. En las Alamedas Norte y Sur la incidencia de plantas parásitas se detectó principalmente en *Populus tremuloides* Michx., *P. alba* L. y *Acer negundo* L. con una declinación progresiva de los árboles desde pérdidas parciales o totales del follaje, deformación en las copas por podas fitosanitarias severas (Alameda Sur), hasta la remoción de árboles muertos en pie (Cuadro 4).

Dicha vulnerabilidad en árboles urbanos se relaciona con las condiciones de sitio en que sobreviven: estrés crónico, escasa fertilización, baja disponibilidad de agua, vandalismo y contaminación (De la Paz *et al.*, 2006; Sandoval y Gutiérrez, 2006; García, 2008; Martínez, 2008; Alvarado, 2012). Esto confirma la generalización de un problema de salud forestal que hace que el control de dichos factores abióticos sea prioritario en los programas de manejo en las delegaciones del Distrito Federal.

Damages caused by vandalism (the wounds on the stems in particular) function as inputs for pathogens such as fungi, or sucking and boring insects and is usual in urban green areas (Martínez, 2008).

In the cities, the greatest impacts on the environment occur from the change in land use and urbanization, so it is very common to believe that only the anthropogenic factors influencing health status of the woodland (Cibrián *et al.*, 2007). In the three parks, unfavorable conditions for the development of trees as high density planting, nutrient-poor soil, compacted soil, anthropogenic damage, poor maintenance (irrigation and fertilization) and chronic exposure to air pollutants were detected, reducing its force and makes them more susceptible to pests and diseases that are normally secondary (Cibrián *et al.*, 2001; Boa, 2003; Smiley *et al.*, 2006; Tiddens and Cloyd, 2006; Chacalo and Corona, 2009; Koeser *et al.*, 2013). This susceptibility is visible with the high incidence of parasitic plants and sucking insects recorded in each sampling and remeasurement.

At all three sites the presence of parasitic plants of the *Cladocolea* and *Strutanthus* genera was recorded, and the most important element in urban areas is the severity of the attack, as it has been estimated that 83 of every 100 trees in the city could be infested with these organisms, and that at least 53 % of them have a level of severe damage. This becomes worse when considering that out of the 68 of the most common tree species of the in green areas of the City, 95 % are susceptible to colonization by some kind of mistletoe. In the *Alameda Norte* and *Alameda Sur* the incidence of parasitic plants was detected mainly in *Populus tremuloides* Michx., *P. alba* L. and *Acer negundo* L. with a progressive decline of the trees from partial to total loss of foliage, deformation of the cups by severe phytosanitary pruning (*Alameda Sur*) to the removal of dead standing trees (Table 4).

This vulnerability in urban trees is related to site conditions in which they survive: chronic stress, poor fertilization, low water availability, vandalism and pollution (De la Paz *et al.*, 2006; Sandoval and Gutiérrez, 2006; García, 2008; Martínez, 2008; Alvarado, 2012). This confirms the widespread problem of forest health that makes controlling these abiotic factors a priority in management programs in the delegations of Mexico City.



Cuadro 4. Principales daños registrados en los sitios seleccionados en el Distrito Federal (2011-2012).

Daños registrados	Alameda Norte							
	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3		Muestreo 4	
	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)
Árboles sin daño	313	63.75	308	62.73	291	59.27	291	59.27
Daños abióticos	11	2.24	10	2.23	13	2.64	13	2.64
Vandalismo	28	5.70	27	5.50	73	14.86	73	14.86
Alteraciones en el follaje	nr	Nr	nr	nr	19	3.87	19	3.87
Daños por plantas parásitas	12	2.44	12	2.44	10	2.04	10	2.04
Daños por <i>Stenomacra marginella</i> (Herrich-Schaeffer, 1850)	77	15.68	71	14.46	19	3.87	19	3.87
Otros	4	0.81	4	0.62	3	0.62	3	0.62
Árboles muertos	46	9.37	59	12.02	63	12.83	63	12.83
Total	491	100	491	100	491	100	491	100
Daños registrados	Alameda Oriente							
	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3		Muestreo 4	
	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)
Árboles sin daño	165	69.33	131	55.04	123	51.68	121	50.84
Daños abióticos	1	0.42	nr	nr	nr	nr	nr	nr
Vandalismo	32	13.45	59	24.80	56	23.53	54	22.69
Alteraciones en el follaje	nr	Nr	nr	nr	2	0.84	2	0.84
Daños por plantas parásitas	nr	Nr	1	0.42	4	1.68	5	2.10
Daños por <i>Stenomacra marginella</i> (Herrich-Schaeffer, 1850)	9	3.78	1	0.42	nr	nr	nr	nr
Otros	30	12.61	44	18.48	47	19.75	47	19.75
Árboles muertos	1	0.42	2	0.84	6	2.52	9	3.78
Total	238	100	238	100	238	100	238	100
Daños registrados	Alameda Sur							
	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3		Muestreo 4	
	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)
Árboles sin daño	119	56.13	135	63.68	92	43.40	120	56.60
Daños abióticos	7	3.3	3	1.42	2	0.94	3	1.42
Vandalismo	20	9.43	20	9.43	29	13.68	25	11.79
Alteraciones en el follaje	1	0.47	4	1.89	40	18.87	18	8.49
Daños por plantas parásitas	22	10.38	18	8.49	11	5.19	17	8.02
Daños por <i>Stenomacra marginella</i> (Herrich-Schaeffer, 1850)	15	7.08	2	0.94	2	0.94	nr	nr
Otros	10	4.72	2	0.94	8	3.77	1	0.47
Árboles muertos	18	8.49	28	13.21	28	13.21	28	13.21
Total	212	100	212	100	212	100	212	100

F_i(n) = Frecuencia absoluta; Fr_i(n) = Frecuencia relativa; nr = No registrado.

Table 4. Major damages recorded in the studied sites in Mexico City (2011-2012).

Recorded damages	Alameda Norte							
	Sampling 1		Sampling 2		Sampling 3		Sampling 4	
	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)
Trees with no damages	313	63.75	308	62.73	291	59.27	291	59.27
Abiotic damages	11	2.24	10	2.23	13	2.64	13	2.64
Vandalism	28	5.70	27	5.50	73	14.86	73	14.86
Foliage changes	nr	Nr	nr	nr	19	3.87	19	3.87
Damages caused by parasitic plants	12	2.44	12	2.44	10	2.04	10	2.04
Damages caused by <i>Stenomacra marginella</i> (Herrich-Schaeffer, 1850)	77	15.68	71	14.46	19	3.87	19	3.87
Others	4	0.81	4	0.62	3	0.62	3	0.62
Dead trees	46	9.37	59	12.02	63	12.83	63	12.83
Total	491	100	491	100	491	100	491	100
Recorded damages	Alameda Oriente							
	Sampling 1		Sampling 2		Sampling 3		Sampling 4	
	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)
Trees with no damages	165	69.33	131	55.04	123	51.68	121	50.84
Abiotic damages	1	0.42	nr	nr	nr	nr	nr	nr
Vandalism	32	13.45	59	24.80	56	23.53	54	22.69
Foliage changes	nr	Nr	nr	nr	2	0.84	2	0.84
Damages caused by parasitic plants	nr	Nr	1	0.42	4	1.68	5	2.10
Damages caused by <i>Stenomacra marginella</i> (Herrich-Schaeffer, 1850)	9	3.78	1	0.42	nr	nr	nr	nr
Others	30	12.61	44	18.48	47	19.75	47	19.75
Dead trees	1	0.42	2	0.84	6	2.52	9	3.78
Total	238	100	238	100	238	100	238	100
Recorded damages	Alameda Sur							
	Sampling 1		Sampling 2		Sampling 3		Sampling 4	
	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)	F _i (n)	Fr _i (%)
Trees with no damages	119	56.13	135	63.68	92	43.40	120	56.60
Abiotic damages	7	3.3	3	1.42	2	0.94	3	1.42
Vandalism	20	9.43	20	9.43	29	13.68	25	11.79
Foliage changes	1	0.47	4	1.89	40	18.87	18	8.49
Damages caused by parasitic plants	22	10.38	18	8.49	11	5.19	17	8.02
Damages caused by <i>Stenomacra marginella</i> (Herrich-Schaeffer, 1850)	15	7.08	2	0.94	2	0.94	nr	nr
Others	10	4.72	2	0.94	8	3.77	1	0.47
Dead trees	18	8.49	28	13.21	28	13.21	28	13.21
Total	212	100	212	100	212	100	212	100

F_i(n) = Absolute frequency; Fr_i(n) = Relative frequency; nr = Not in record.

En la Alameda Norte se detectaron árboles con raíces torcidas ("cola de cochino") que resultan de una forma de plantación incorrecta y que, al igual que las enfermedades en esta estructura, conduce a un crecimiento más lento del árbol en altura, diámetro, tamaño de hojas, muerte descendente y desarrollo de la raíz (Cibrián *et al.*, 2007).

En la Alameda Oriente también se observaron indicios de la presencia de *Glycaspis brimblecombei* Moore y de pájaros carpinteros. Adicionalmente, la combinación de las altas densidades de plantas y el acceso poco restringido a las instalaciones, contribuyen a un debilitamiento de los árboles y pérdidas importantes de follaje (PAOT, 2011).

En la Alameda Sur se registraron daños relacionados con vandalismo, pero también *S. marginella* se detectó en los dos primeros muestreos en todos los conglomerados evaluados. En su forma adulta, a este insecto chupador se le encuentra desde finales del invierno hasta mediados del verano cuando se alimenta del follaje, lo que afecta su calidad y debilita al árbol (Cibrián *et al.*, 2000).

Sin una planeación adecuada, el manejo efectivo de los problemas sanitarios dependerá de que el personal encargado de cada parque reconozca los síntomas oportunamente.

Localización de daños

Con respecto a las estructuras más afectadas, en las Alameda Norte y Oriente los daños localizados en el fuste se asociaron con el vandalismo y los insectos chupadores (*S. marginella*). En la Alameda Sur se identificaron principalmente en el follaje y se les relacionó con plantas parásitas y déficit hídrico. En los tres sitios se consideró como caso específico la evaluación de *Fraxinus uhdei* y *Ulmus parvifolia* Jacq., con respecto a la época de muestreo, pues en agosto y septiembre son comunes los cambios de coloración en el follaje (verde a rojo, púrpura y amarillo) por tratarse de especies caducifolias. *F. uhdei* pierde sus hojas en períodos cortos durante la temporada de secas; al ser sensible al ozono, a los insectos chupadores, a la disponibilidad de agua, a la compactación del suelo y a la contaminación (Cibrián *et al.*, 2001; Conabio, 2011) es importante comparar los muestreos en diferentes épocas del año para diferenciar los daños de los procesos fisiológicos normales (Figura 3).

Distribución de daños

La distribución espacial se analizó con base en la relación entre la mayor o menor evidencia de daños y las actividades habituales en cada sitio. Si las zonas arboladas son de fácil acceso para los usuarios, se esperaría una frecuencia

In *Alameda Norte* were detected trees with twisted roots ("pigtail") resulting from wrong planting and, as some disease in this structure, they lead to slower growth of tree height, diameter, leaf size, dieback and root development (Cibrián *et al.*, 2007).

In *Alameda Oriente* traces of the presence of *Glycaspis brimblecombei* and woodpeckers were also found. Additionally, the combination of the high density of plants and the low restricted access to the facilities, contribute to tree weakening and important loss of foliage (PAOT, 2011).

In *Alameda Sur* vandalism-related damage was identified, but also *S. marginella* was detected in the first two samplings in all the clusters evaluated. In its adult form, this sucking insect is found from late winter to mid-summer when it feeds on the foliage thus affecting its quality and weakening the tree (Cibrián *et al.*, 2000).

Without proper planning, the effective management of health problems will depend on the early recognition of the symptoms from the responsible staff of each park.

Location of damage

With respect to the structures most affected in the *Alameda Norte* and the *Alameda Oriente* localized damage in the shaft associated with vandalism and sucking insects (*S. marginella*). In the *Alameda Sur* they were mainly identified in the foliage and are associated with parasitic plants and water deficit. In the three sites it is considered as a specific case the assessment of *Fraxinus uhdei* and *Ulmus parvifolia* Jacq., in regard to the time of sampling in August and September when changes in the color of foliage (green to red, purple and yellow) are common, as they are deciduous. *F. uhdei* loses its leaves in short periods during the dry season; as it is sensitive to ozone, sucking insects, availability of water, soil compaction and pollution (Cibrián *et al.*, 2001; Conabio, 2011), it is important to compare samples in different seasons to differentiate damage from normal physiological processes (Figure 3).

Distribution of damage

The spatial distribution was analyzed based on the relationship between the greatest and the smallest evidence of damage and the regular activities at each site. If the tree areas are easily accessible to users, a higher frequency derived from



superior derivada de las actividades antropogénicas como el vandalismo. En algunos conglomerados de la Alameda Norte con alta densidad de plantación fue común registrar más de una afectación por árbol. El acceso poco restringido de usuarios a todo el parque explicaría la distribución generalizada (sin un patrón específico) de problemas de salud asociados con dicho factor.

anthropogenic activities such as vandalism would be expected. In some clusters of the *Alameda Norte* with high planting density it was common to record more than one symptom per tree. The little restricted users' access to the entire park would explain the widespread distribution (without a specific pattern) of health problems associated with such factor.

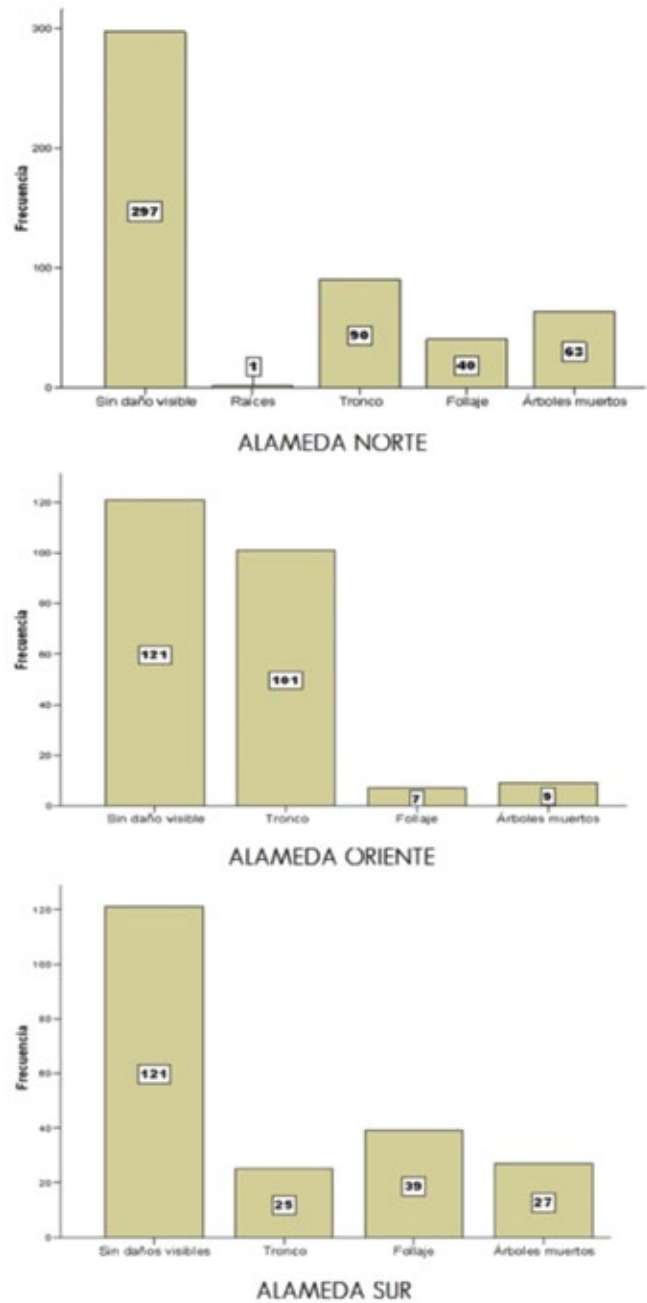


Figura 3. Localización de daños en el arbolado de los tres parques estudiados del Distrito Federal.
Figure 3. Location of tree damage of the three parks studied in Mexico City.

En la Alameda Oriente, a partir de todos los elementos presentes de estrés crónico, se supondría que existiera un número total elevado de árboles dañados. Sin embargo, muchos ejemplares, aún con uno o más síntomas, no alcanzaron los umbrales establecidos. Esto se relacionó con las actividades regulares de mantenimiento, la vigilancia dentro del parque, la implementación de nuevos reglamentos en el uso de instalaciones con respecto a actividades recreativas y deportivas.

Ante el problema de salud del arbolado en los tres parques de interés, la solución se ha enfocado en la sustitución de especies y mejora de los planes de mantenimiento. Sin embargo, un programa de manejo de áreas verdes efectivo debería incluir la creación de un ambiente atractivo para el usuario, al mismo tiempo que la optimización de los beneficios de los árboles, lo que es difícil si no se cuenta con el personal capacitado o se seleccionan las especies de remplazo más adecuadas. Si se incorporaran especies nativas del Valle de México que se adaptan con más facilidad a las condiciones de la ciudad podrían reducirse costos y garantizarse la estética y desarrollo saludable del arbolado urbano (Beckett *et al.*, 2000; Ode y Fry, 2002; Westphal, 2003; Nowak *et al.*, 2006; McPherson, 2007).

Las variaciones en las densidades de plantación y especies forestales en las Alamedas modifica el potencial a largo plazo de las ventajas que ofrecen, sobre todo al utilizar plantas introducidas de rápido crecimiento que estandarizan la composición vegetal de la ciudad, lo que las deja más vulnerables a brotes específicos de plagas y enfermedades. Ocho taxa constituyen 72 % del total de la biodiversidad del arbolado del Distrito Federal, lo cual disminuye el valor ecológico y ornamental de las áreas verdes; solo *F. uhdei* representa 19 % de los árboles de alineación (Chacalo and Corona, 2009).

Índice de severidad

De acuerdo con los cálculos individuales, en la Alameda Norte los valores de ISD no variaron entre el primero y el último muestreo, con un intervalo de medio a alto en áreas donde existirían condiciones de alta competencia por espacio y luz. Los valores de ISD medio se asociaron con árboles suprimidos (Figura 4). En la Alameda Oriente se obtuvieron las cifras más bajas de los tres sitios, con incrementos en los de bajo a medio en zonas del parque con mayor densidad de plantación y con árboles en declinación (Figura 5). La Alameda Sur fue el único sitio que registró un aumento drástico en valores de ISD de medio a alto al incrementarse el número de árboles clasificados como "muy dañados/muertos en pie" al final del período de evaluación (Figura 6). Muchos de estos árboles estaban infestados por plantas parásitas.

Los valores altos del ISD indican más de un daño por árbol, uno severo de acuerdo con el agente causal y el

In the *Alameda Oriente*, based on all the elements present involved in chronic stress, a high total number of damaged trees would be expected. However, many examples, even with one or more symptoms, did not reach the thresholds. This was related to regular maintenance activities, surveillance within the park, the implementation of new regulations on the use of property as recreational and sports activities.

On the face of the tree health problem in the three parks of interest, the solution has focused on the replacement of species and the improvement of the maintenance plans. However, an effective program of the management of green areas should include the creation of an attractive environment for the user, while optimizing the benefits of trees, which is difficult to achieve if there is not trained personnel or if the most suitable replacement species are selected. If native species of the *Valle de Mexico* that adapt more easily to the conditions of the city are incorporated, costs could be reduced and aesthetics and healthy development of urban trees might be ensured (Beckett *et al.*, 2000; Ode and Fry, 2002; Westphal, 2003; Nowak *et al.*, 2006; McPherson, 2007).

Variations in plantation density and forest species in the *Alamedas* modifies the long-term potential advantages, especially when using fast-growing plants introduced to standardize the plant composition of the city, leaving them more vulnerable to specific pest and disease outbreaks. Eight taxa constitute 72 % of the biodiversity of trees in Mexico City, which reduces the ecological and ornamental value of the green areas; only *F. uhdei* represents 19 % of the alignment trees (Chacalo and Corona, 2009).

Severity Index

According to individual calculations, in *Alameda Norte* DSI values did not differ between the first and the last sampling, with a range of medium to high in areas where there were conditions of high competition for space and light. DSI average values were associated with suppressed trees (Figure 4). In the *Alameda Oriente* the lowest figures of the three sites were obtained, with increases in low to medium in park areas with higher density planting with trees in decline (Figure 5). *Alameda Sur* was the only place we saw a dramatic increase in values DSI medium to high by increasing the number of trees classified as "very damaged/dead standing" at the end of the evaluation period (Figure 6). Many of these trees were infested by parasitic plants.

High values of DSI indicated more than one tree damage, a severe one according to the causal agent and the threshold, or a widespread one. Carriers of minimum damages in a group or stand can still be classified as in good health. DSI results are usually analyzed on the basis of the forest species that is involved by interspecific biological differences (FIA, 2002).

umbral establecido, o uno muy extendido. Los portadores de afectaciones mínimas en un grupo o rodal, aún pueden catalogarse como con en buen estado de salud. Los resultados del ISD suelen analizarse con base en la especie forestal de que se trata a partir de las diferencias biológicas interespecíficas (FIA, 2002).

En los tres sitios de estudio, *A. negundo* y *F. uhdei* registraron valores más altos con respecto a *Casuarina equisetifolia* L., lo cual se relacionó con la alta susceptibilidad de las primeras a la incidencia de plantas parásitas. Esta abundancia en las Alamedas Norte y Sur explica que el número de árboles en declinación o muertos en pie haya sido mayor al final

In the three study sites, *A. negundo* and *F. uhdei* recorded higher values in regard to *Casuarina equisetifolia* L., which was related to the high susceptibility of the first to the incidence of parasitic plants. This abundance in *Alamedas Norte* and *Sur* explains that the abundance of trees in decline or dead standing has been greater at the end of the evaluation (Figure 7).

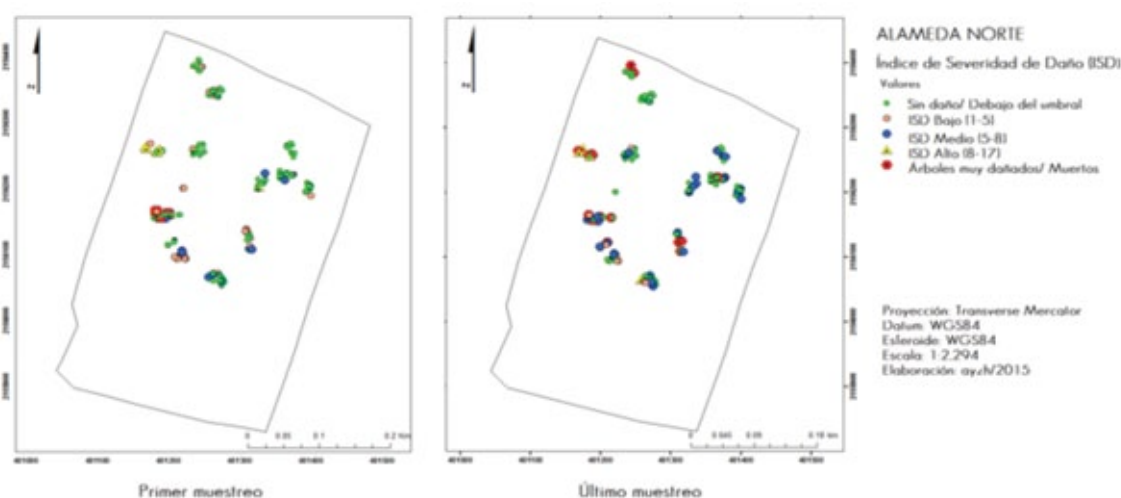


Figura 4. Índice de Severidad de Daño (ISD) calculado en la Alameda Norte, México, D. F.
Figure 4. Calculated Damage Severity Index (DSI) in the *Alameda Norte*, Mexico City.

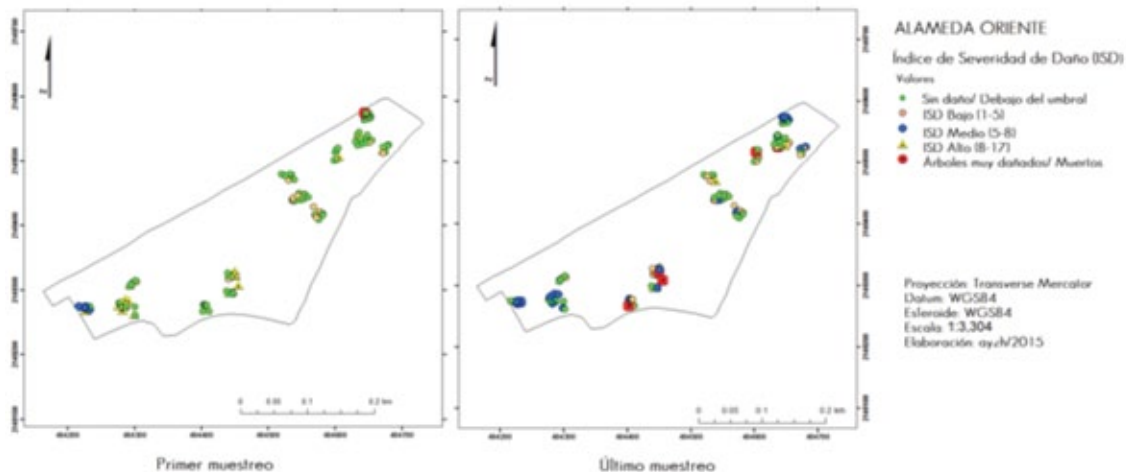


Figura 5. Índice de Severidad de Daño (ISD) calculado en la Alameda Oriente, México, D. F.
Figure 5. Calculated Damage Severity Index (DSI) in the *Alameda Oriente*, Mexico City.

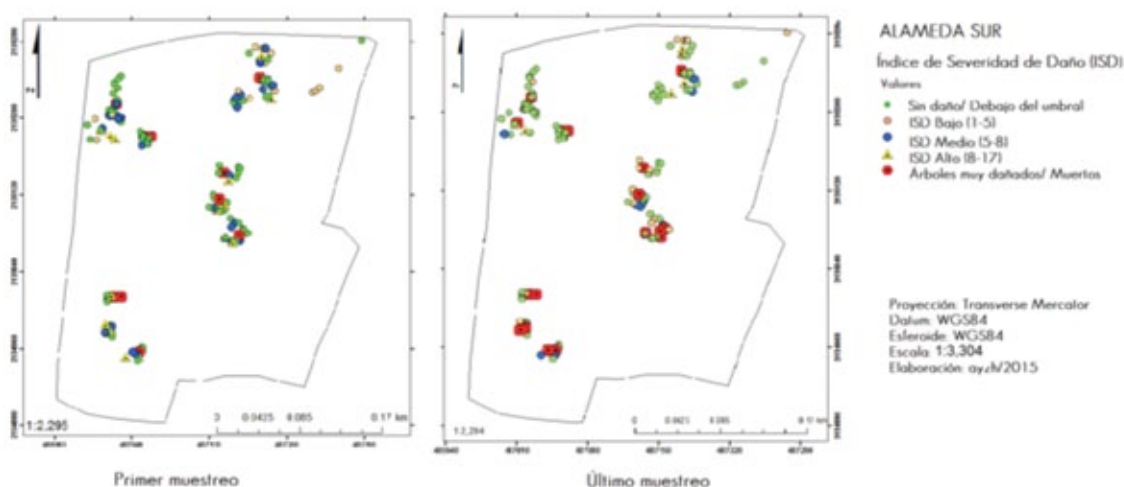


Figura 6. Índice de Severidad de Daño (ISD) calculado en la Alameda Sur, México, D. F.

Figure 6. Calculated Damage Severity Index (DSI) in the Alameda Sur, Mexico City.

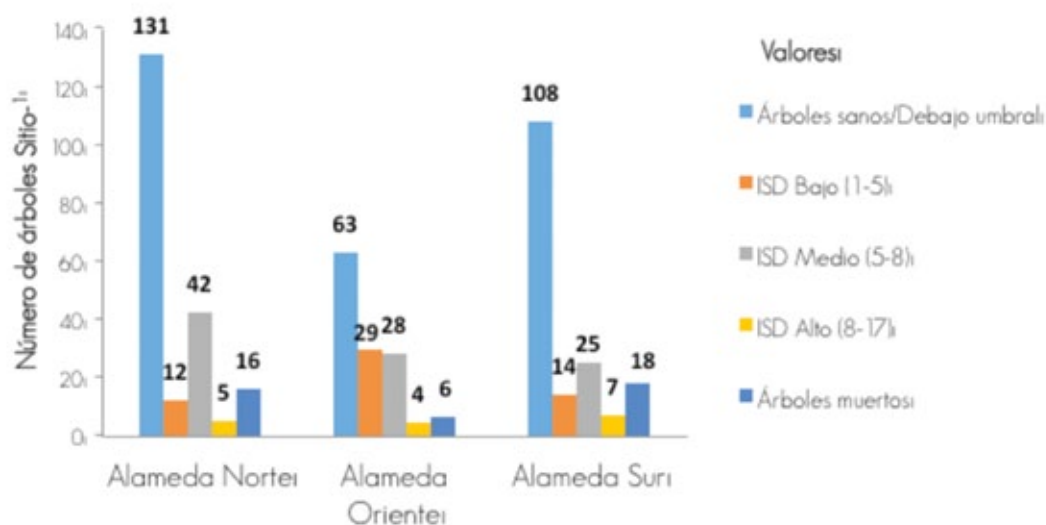


Figura 7. Índice de Severidad de Daño (ISD) en los tres sitios seleccionados en el DF.

Figure 7. Damage Severity Index (DSI) in the three studied sites of Mexico City.

de la evaluación (Figura 7). Al calcular los valores en cuestión se estableció que, para el factor “naturaleza del agente causal”, se consideró que aquellos que inciden en las raíces y el fuste son más importantes porque afectan al árbol completo, mientras que el daño en sus partes periféricas puede ser temporal debido a que las hojas, brotes y estructuras reproductivas son reemplazadas o están condicionadas por la estación del año y los procesos inherentes a los individuos (Alvarado y Saavedra, 2011).

When calculating the values in question, it was established that for the “nature of the causal agent” factor is considered that those that affect the roots and stem are more important because they affect the entire tree, while the damage to their peripheral parts can be temporary because the leaves, buds and reproductive structures are replaced or are conditioned by the season and the processes inherent to individuals (Alvarado and Saavedra, 2011).



Conclusiones

Los tres sitios estudiados son de acceso libre o poco restringido a usuarios por lo que se observa una distribución generalizada de daños en los conglomerados. Los principales síntomas identificados en el arbolado están relacionados con el vandalismo y las plantas parásitas, la mayoría de los cuales se manifiestan en el fuste y en el follaje, respectivamente. El ISD calculado muestra que los valores más bajos corresponden a ejemplares con daños mínimos, mientras que los números elevados se asociaron con los que están en proceso de declinación, como resultado de factores tanto bióticos como abióticos. La aplicación de las metodologías del indicador fue útil para la obtención de datos confiables de forma rápida y práctica, sobre todo en un ambiente en cambio continuo como el del Distrito Federal. La presencia de daños en los árboles indica que el conjunto de factores estresantes impacta la vida del árbol, y puede reducirla a uno o dos años, así como disminuir su crecimiento en el corto plazo, lo que repercute negativamente en los beneficios sociales y ambientales que el arbolado provee a la ciudad. 🌿

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución por autor

Alejandra Yúnuen Zaragoza Hernández: desarrollo del tema, ejecución del proyecto, toma de datos, análisis de datos y redacción del artículo; Víctor Manuel Cetina Alcalá: desarrollo del tema, revisión de conceptos y redacción del artículo; Miguel Ángel López López: desarrollo del tema, revisión de conceptos, análisis de datos, revisión del artículo; Alicia Chacalo Hilú: desarrollo del tema, revisión de conceptos y de la metodología, análisis de datos y revisión del artículo; María de Lourdes de la Isla de Bauer: revisión de conceptos, análisis de datos, revisión de bibliografía y redacción del artículo; Dionicio Alvarado Rosales: desarrollo del tema, revisión y desarrollo de la metodología, toma de datos y revisión del artículo; Héctor González Rosas: desarrollo del tema, revisión de conceptos, de bibliografía y del artículo.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Dra. Luz L. Romero Saavedra, del Postgrado en Fitosanidad del Colegio de Postgraduados por su apoyo; su reconocimiento al Gobierno del Distrito Federal, en particular a las Delegaciones Azcapotzalco, Coyoacán y Venustiano Carranza por las facilidades brindadas. Este estudio se derivó del Proyecto 120593 "Evaluación del impacto de la contaminación del aire en zonas boscosas y agrícolas rurales y urbanas del Distrito Federal" auspiciado por el Fondo Mixto Conacyt-Gobierno del Distrito Federal.

Referencias

Alvarado R., D. 2012. Enfermedades de actualidad en los bosques y arbolado urbano de la Ciudad de México. In: de Bauer, M. L. I. (comp). Deforestación, desertificación y reforestación. Comité de Acción para Saneamiento del Ambiente (CASA). México, D. F., México. pp. 55-74.

Conclusions

The three sites are studied have free or restricted access to visitors, therefore, a widespread distribution of damage was observed in clusters. The main identified symptoms in the trees are associated with vandalism and parasitic plants, most of which are on the stem and foliage, respectively. The calculated DSI showed that the lowest values correspond to specimens with minimal damage, while high numbers relate to those which are in the process of decline as a result of both, biotic and abiotic factors. The application of the methodologies of the indicator was useful for obtaining reliable data quickly and in a practical way, especially in a constantly changing environment as in Mexico City. The presence of damage indicates that the group of stressing agents impact the life of the tree, and can reduce it to one or two years as well as its growth in the short term, and on the other hand, to affect in a negative way, the social and environmental benefits that they provide the city. 🌿

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests.

Contribution by author

Alejandra Yúnuen Zaragoza Hernández: discussion of the topic, implementation of the Project, data taking, data analysis and writing of the manuscript; Víctor Manuel Cetina Alcalá: discussion of the topic, review of concepts and writing of the manuscript; Miguel Ángel López López: discussion of the topic, review of concepts, data analysis and review of the manuscript; Alicia Chacalo Hilú: discussion of the topic, review of concepts and methodology, data analysis and review of the manuscript; María de Lourdes de la Isla de Bauer: review of concepts, data analysis, review of literature and writing of the manuscript; Dionicio Alvarado Rosales: discussion of the topic, review and implementation of the methodology, data taking and review of the manuscript; Héctor González Rosas: discussion of the topic review of concepts and literature, and the manuscript.

Acknowledgements

The authors wish to express their gratitude to Dra. Luz L. Romero Saavedra from the Vegetal Health Graduate Studies Program of *Colegio de Postgraduados* for her support; to *Gobierno del Distrito Federal*, to the *Delegaciones Azcapotzalco, Coyoacán and Venustiano Carranza*, in particular, for the facilities they provided. This study was a part of Project Number 120593 "Evaluación del impacto de la contaminación del aire en zonas boscosas y agrícolas rurales y urbanas del Distrito Federal" sponsored by Fondo Mixto Conacyt-Gobierno del Distrito Federal.

End of the English version

Alvarado R., D. y L. L. Saavedra R. 2011. Indicador Daños al Arbolado. Manual de Campo. Conafor-Colegio de Postgraduados. <http://www.cnf.gob.mx:8090/snit/portal/infys/temas/documentos-metodologicos> (10 de enero de 2011).

- Aeronautical Reconnaissance Coverage Geographic Information System-Environmental Systems Research Institute (ArcGis-ESRI). 2014. ArcMap Desktop Version 10.2.2. Redlands, CA, USA. n/p.
- Beckett, K. P., P. H. Freer-Smith and G. Taylor. 2000. Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and windspeed. *Global Change Biology* 6:995-1003.
- Boa, E. 2003. An illustrated guide to the state of health of trees recognition and interpretation of symptoms and damage. CABI-Bioscience. FAO. Surrey, UK. 55 p.
- Chacalo, A., A. Aldama and J. Grabinsky. 1994. Street tree inventory in Mexico City. *Journal of Arboriculture* 20(4): 222-226.
- Chacalo H., A. y V. Corona N. E. 2009. Árboles y arbustos para ciudades. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, México, D.F., México. 600 p.
- Cibrián T., D., J. T. Méndez M., R. Campos B., H. O. Yates y J. E. Flores L. 2000. Insectos forestales de México. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. de Méx., México. pp. 19, 196-197.
- Cibrián T., J., A. Sánchez S. y A. Zamudio V. 2001. Diagnóstico fitosanitario del olmo chino (*Ulmus parvifolia* Jacq) en la Delegación Iztacalco de la Ciudad de México. *Revista Chapingo: Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 7(2):133-138.
- Cibrián T., D., D. Alvarado R. y S. E. García D. (eds.). 2007. Enfermedades forestales de México. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. de Méx., México. 587 p.
- Cochran, W. 2008. Diseños experimentales. Editorial Trillas. México, D.F., México. 661 p.
- Conabio. 2011. Ficha: *Fraxinus uhdei*. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/53-oleadlm.pdf (20 de junio de 2012).
- De la Paz P. O., C., J. Ceja R. y G. Vela R. 2006. Árboles y muérdagos: una relación que mata. *Contactos* 59:28-34.
- Forest Inventory and Analysis National Program (FIA). 2002. Forest health indicators: FS-746. USDA. Richmond, VA, USA. 13 p.
- Forest Inventory and Analysis National Program (FIA). 2012. Forest health indicators: crown condition method guide (Version 3.0-2005). <http://www.fia.fs.fed.us/program-features/indicators/crown/default.asp> (16 de noviembre de 2012).
- García O., M. N. 2008. Evaluación de la infección por muérdago en el arbolado de Av. Reforma, D. F. *ArbolAMA* No. 2. <http://www.arboricultura.org.mx/pdfs/ArbolAMA2.pdf> (20 de julio de 2013).
- Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFIYS). 2012. Indicador Daños al Arbolado. Sistema Nacional de Información Forestal. <http://www.cnf.gob.mx:8080/snif/portal/infys/temas/documentos-metodologicos> (20 de junio de 2013).
- I-Tree. 2010. I-Tree User's Manual. Version 3.1 USDA Forest Service. <http://www.treetools.org> (29 de abril de 2012).
- Koeser, A., R. Hauer, K. Norris and R. Krouse. 2013. Factors influencing long-term street tree survival in Milwaukee, WI, USA. *Urban Forestry and Urban Greening* <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2013.05.006> (29 de abril de 2011).
- Loh, F. C. W., J. C. Grabosky and N. L. Bassuk. 2003. Growth response of *Ficus benjamina* to limited soil volume and soil dilution in a skeletal soil container study. *Urban Forestry and Urban Greening* 2:53-62.
- Martínez G., L. 2008. Árboles y áreas verdes urbanas. Fundación Xochitla. México, D. F., México. 549 p.
- McPherson, E. G. 2007. Benefit-based tree valuation. *Arboriculture & Urban Forestry* 33(1):1-11.
- McPherson E. G. and J. R. Simpson. 2002. A comparison of municipal forest benefits and costs in Modesto and Santa Monica, California, USA. *Urban Forestry and Urban Greening* 1: 61-74.
- Nowak, D. J., D. E. Crane and J. C. Stevens. 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening* 4: 115-123.
- Ode, A. K. and G. L. A. Fry. 2002. Visual aspects in urban woodland management. *Urban Forestry and Urban Greening* 1: 15-24.
- Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial (PAOT). 2010. Presente y futuro de las áreas verdes y del arbolado de la Ciudad de México. Gobierno del Distrito Federal. México, D. F., México. 260 p.
- Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial (PAOT). 2011. Diagnóstico fitosanitario del arbolado de Alameda Oriente. Gobierno del Distrito Federal. México, D. F., México. 31 p.
- Sandoval C., L. y M. V. Gutiérrez G. 2006. Plantas parásitas del arbolado urbano. *Arborea* 8(18-19): 23-32.
- Smiley, E. T., L. Calfee, B. R. Fraedrich and E. J. Smiley. 2006. Comparison of structural and noncompacted soils for trees surrounded by pavement. *Arboriculture & Urban Forestry* 32(4): 164-169.
- Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). 2006. Statistical Package for the Social Sciences Ver. 15. IBM, Armonk, NY, USA. n/p.
- Tiddens, P. T. and R. A. Cloyd. 2006. Susceptibility of three rose genotypes to Japanese beetle adult feeding. *Arboriculture & Urban Forestry* 32(3): 108-113.
- Tovar C., G. 2007. Manejo del arbolado urbano en Bogotá. *Territorios* (16-17): 149-173.
- Westphal, L. M. 2003. Urban greening and social benefits: a study of empowerment outcomes. *Journal of Arboriculture* 29(3): 137-147.



