



Diagnóstico del arbolado de alineación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Tree alignment diagnosis of the city of Tuxtla Gutierrez, Chiapas

Levi Miranda Román-Guillén^{1*}, Carolina Orantes-García², Carlos Uriel del Carpio-Penagos³,
María Silvia Sánchez-Cortés², María Luisa Ballinas-Aquino⁴ y Óscar Farrera Sarmiento^{2,5}

¹ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable y Gestión de Riesgos. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

² Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Instituto de Ciencias Biológicas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

³ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Facultad de Humanidades. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

⁴ Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Facultad de Ingenierías. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

⁵ Jardín Botánico de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

* Autora de correspondencia.
levi.miranda.roman@gmail.com

RESUMEN

El presente estudio se realizó en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas de julio a noviembre de 2016. El objetivo fue realizar un diagnóstico dasométrico así como de las condiciones físicas y sanitarias del arbolado de alineación en la ciudad. Mediante un muestreo aleatorio en las colonias, se determinaron las especies y número de árboles, así como altura, diámetro, cobertura arbórea, daños y afectaciones a la infraestructura urbana. Se contabilizó un total de 7539 árboles, distribuidos en 38 familias, 88 géneros y 114 especies; 74% de los individuos son introducidos; la mayor parte de los árboles cuentan con condiciones físicas y sanitarias de regulares a buenas, los daños más frecuentes son el levantamiento de banquetas, raíces expuestas y la interferencia con el cableado aéreo. A través de este estudio se confirma la importancia del papel que desempeña el arbolado en las ciudades. Para asegurar la capacidad de proveer servicios ambientales así como garantizar su sustentabilidad, es necesario incorporar programas de manejo integral de arbolado urbano a nivel municipal. Finalmente, es importante resaltar que en las ciudades son más evidentes los daños provocados a la naturaleza debido a la urbanización mal planeada y el acelerado crecimiento demográfico. Es indudable que los ciudadanos son los principales modeladores de cambio en el ambiente urbano, influenciando de manera directa su desarrollo.

PALABRAS CLAVE: árboles urbanos; biodiversidad urbana; bosque urbano; dasonomía urbana; inventario forestal urbano; sustentabilidad urbana.

ABSTRACT

This research carried out in Tuxtla Gutiérrez, Chiapas between July and November 2016, the objective was to perform a dasometric diagnosis as well as the physical and sanitary conditions of tree alignment in the city. Using a random sampling method on the urban divisions of the city, the species and number of tree, height, diameter, crown coverage, damages and affectations to the urban infrastructure were determined. A total of 7539 trees, distributed in 38 families, 88 genders and 114 species were recorded; 74% of the individuals are introduced, most of the trees have physical and sanitary conditions from regular to good, the most frequent damages are the lifting of sidewalks, exposed roots and interference with aerial wiring. Through this study, the importance of the role that trees play in the cities is confirmed. To ensure the ability to provide environmental services and ensure their sustainability, it is necessary to incorporate integrated management programs for urban trees at the municipal level. Finally, it is important to highlight that in the cities the damage caused to nature due to poorly planned urbanization and accelerated demographic growth are more evident. Undoubtedly, the citizens are the main modelers of change in the urban environment, influencing directly its development.

KEYWORDS: urban trees; urban biodiversity; urban forest; urban forestry; urban forest inventory; urban sustainability.

INTRODUCCIÓN

Los árboles urbanos son aquellos que crecen dentro de una población, ciudad o municipio y que han sido manejados durante muchas generaciones (Piedra, 2000). Cuando se ubican de manera ordenada y forman líneas rectas en las calles, avenidas, boulevares, banquetas, camellones incluso andadores, son llamados arbolado de alineación o arbolado viario (Benedetti y Campo de Ferreras, 2007).

La vegetación urbana y, específicamente, los árboles ofrecen numerosos beneficios que pueden mejorar la calidad del ambiente, la salud humana y, en general, las áreas urbanas. Dichos beneficios incluyen mejoras en la calidad del aire y del agua, en la conservación de energía en edificios, propician temperaturas más bajas y reducen la radiación ultravioleta (Nowak, Crane y Stevens, 2006), también aminoran las escorrentías de aguas pluviales, almacenan carbono, proporcionan sombra, disminuyen el efecto isla de calor, aumentan la biodiversidad para el suministro de alimentos, funcionan como hábitat y forman parte de la conectividad del paisaje para la fauna urbana (Mullaney, Lucke y Trueman, 2014).

En ciudades como Tuxtla Gutiérrez, los árboles se enfrentan a condiciones de estrés que obedecen regularmente a la acción del hombre, misma que provoca que su condición física sea propensa a dañarse, disminuyendo su esperanza y calidad de vida (Benavides, 1989; Rivas, 2005).

Para optimizar los beneficios de los árboles urbanos, es necesaria la evaluación de información sobre los costos asociados con el manejo de la vegetación. Para cuantificar las numerosas funciones de los árboles es importante contar con datos estructurales, por ejemplo, el número de árboles, la composición de las especies arbóreas, tamaño, salud, ubicación, biomasa, entre otros. Los datos anteriores son indispensables para la planificación adecuada del bosque urbano y con ella garantizar, mantener y/o mejorar la calidad del ambiente, la salud humana y el bienestar de las ciudades (Nowak *et al.*, 2006).

OBJETIVOS

- a) Generar información a través de un diagnóstico dasométrico y de las condiciones físicas y sanitarias del arbolado de alineación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, que sirva de base para el planteamiento de estrategias en programas de gestión ambiental.
- b) Obtener un listado e inventario de las especies arbóreas presentes en las calles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio fue la cabecera municipal de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, localizada en la región fisiográfica conocida como depresión central de Chiapas, dentro de la subcuenca del río El Sabinal en la región socioeconómica I-Metropolitana (Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica [Ceieg], 2010), entre las coordenadas 16°45'11" de latitud norte y el meridiano 93°06'56" de longitud oeste, a una altura de 522 m snm (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi], 2010). Tiene una superficie de 13958 hectáreas, con una población de 537102 habitantes y una densidad promedio de 35.9 habitantes por hectárea (Instituto Ciudadano de Planeación Municipal de Tuxtla Gutiérrez [Iciplam], 2012; Inegi, 2010).

Diseño de muestreo

Se adaptó la propuesta metodológica de Benavides y Villalón (1992), consistió en realizar un inventario forestal urbano estratificado en colonias, se eligió al azar 20% del total para realizar un muestreo de 2 km lineales en cada una. Con base en el catálogo de asentamientos humanos del Inegi (2015), el total de colonias en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez es de 463, por lo tanto 20% correspondió a 93 colonias (Fig. 1). El trabajo se realizó durante los meses de julio a noviembre de 2016.

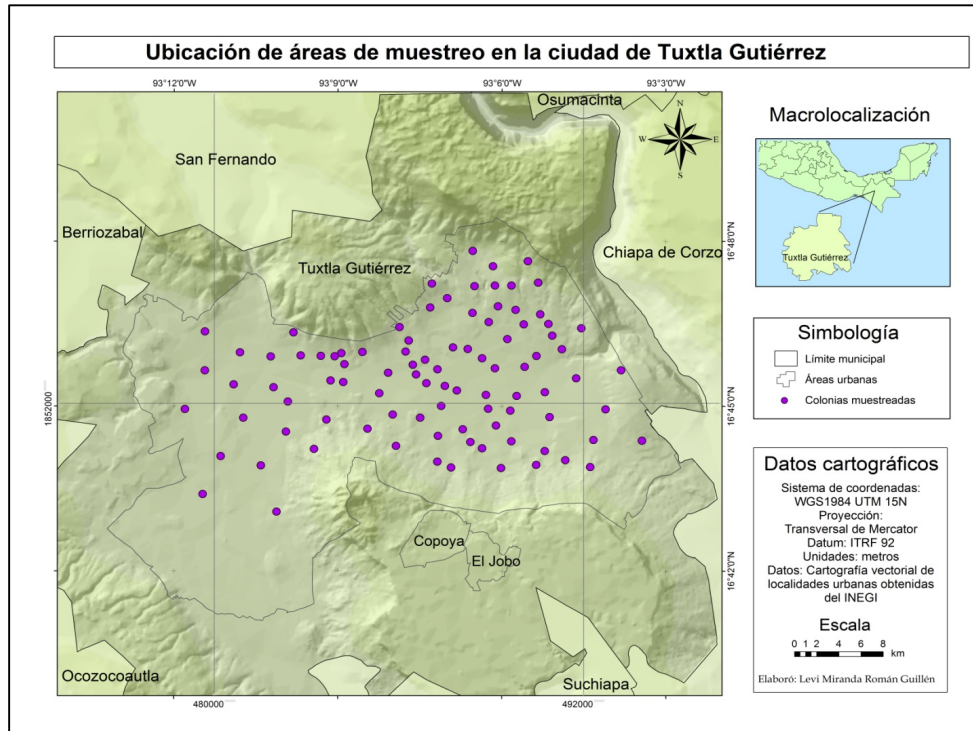


FIGURA 1. Área de estudio.
Elaboración propia.

Determinación de variables

Se consideraron las propuestas metodológicas de Benavides y Fernández (2012); López y Flores (1997); Velasco, Cortés, González, Moreno y Benavides (2013), las variables se clasificaron en tres segmentos: el primero de localización, el segundo la caracterización dasométrica y el tercero la condición y vigor.

Con respecto a la localización se consideró la ubicación, es decir, si el árbol se encontraba en banqueta, calle, camellón; número de árbol, número consecutivo asignado para la identificación en campo; ubicación georeferenciada y el nombre de la calle.

Las variables utilizadas en la caracterización dasométrica fueron: la identificación de la especie, con base en bibliografía especializada (Breedlove, 1981; Flora Mesoamericana, 2016; Gentry, 1996; Macías, Ochoa, Zamora, Martínez y Peters, 2015; Martínez, 1979; Miranda, 1998; Niembro, 1986; Pennington y Sarukhán, 2005; Ricker y Daly, 1998; Rzedowski, 1991), la altura determinada con un clinómetro, el diámetro normal (medido con la corteza

a una altura aproximada de 1.3 m), el diámetro basal (a una distancia de 20 cm del suelo), así como la cobertura de copa medida en dos dimensiones perpendiculares de una línea de goteo a otra.

En cuanto a la tercera sección, se consideraron los siguientes aspectos: etapa de desarrollo (juvenil, madura, senil o muerta), condición del tronco y la copa (evaluada mediante la inspección visual del estado físico de cada árbol: buena, regular, mala, pésima o muerta), vigor (que se refiere al estado de fuerza y vitalidad del árbol, se determinó a través de una evaluación visual: vigoroso, declinación incipiente, moderada, avanzada y severa) y estructura del árbol (incluye forma de crecimiento del individuo, ángulo de las ramas, bifurcación de los troncos y número de ramas muertas, rotas o podadas: buena, regular, mala y pésima).

El estado sanitario, tanto del tronco como de la copa, se realizó mediante una evaluación visual para detectar afectaciones por plagas o enfermedades clasificándolo en sano, regular y malo. En cuanto a las afectaciones que causa el arbolado, se identificaron interferencias o daños en las

instalaciones eléctricas, telefónicas, luminarias, banquetas, drenaje, agua potable, mobiliario urbano, arroyo vehicular, entre otros; así como obstrucciones visuales en el tráfico de peatones, vehículos o señalética. También se identificó el mantenimiento requerido por los individuos clasificándolo en trasplante, derribo o poda; finalmente, se observó presencia de fauna.

Análisis estadísticos

Los datos recopilados se analizaron mediante estadística descriptiva; para facilitar su manejo, se registraron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel.

RESULTADOS

En las 93 colonias estudiadas, equivalentes aproximadamente a 1900 cuadras y 186 km lineales, se registró un total de 7539 árboles. Los árboles muestreados se distribuyeron en 38 familias, 88 géneros y 114 especies. Las familias con mayor representación de especies fueron Fabaceae con 22, Moraceae con 10, Bignoniaceae con 7, Malvaceae, Meliaceae y Rutaceae con 6 especies cada una (Tabla 1).

Las especies con mayor representación fueron la benjamina (*Ficus benjamina*) con 2804 individuos, el almendro (*Terminalia catappa*) con 1008, el laurel de la india (*Ficus nitida*) con 559, el matiliguete (*Tabebuia rosea*) con 258, el mango (*Mangifera indica*) con 207, el cupapé (*Cordia dodecandra*) con 204 y la guaya (*Talisia olivaeformis*) con 200 ejemplares; de estas, *Tabebuia rosea*, *Cordia dodecandra* y *Talisia olivaeformis* son nativas. El cedro (*Cedrela odorata*) se reconoce como especie con protección especial, el laurel (*Litsea glaucescens*) en peligro de extinción y el guayacán (*Guaiaecum sanctum*) como especie amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat], 2010) (Tabla 2).

De las 114 especies identificadas, 71 cuentan con 10 o menos individuos; asimismo, si se considera el total de ejemplares de benjamina (*Ficus benjamina*) y almendro (*Terminalia catappa*), suman en conjunto 52.9% de todos los árboles contabilizados, lo que indica que existe poca diversidad arbórea en la ciudad.

TABLA 1. Número total de familias, géneros y especies de los árboles de alineación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Familia	Géneros	Especies
Anacardiaceae	4	4
Annonaceae	2	5
Apocynaceae	3	3
Araceae	1	1
Araucariaceae	1	1
Bignoniaceae	6	7
Bixaceae	2	2
Boraginaceae	2	5
Burseraceae	1	2
Chrysobalanaceae	2	2
Combretaceae	1	1
Cupresaceae	2	3
Ebenaceae	1	1
Elaeocarpaceae	1	1
Fabaceae	17	22
Hernandiaceae	1	1
Lamiaceae	1	1
Lauraceae	2	2
Malpighiaceae	1	1
Malvaceae	5	6
Meliaceae	5	6
Moraceae	5	10
Moringaceae	1	1
Myrtaceae	2	2
Oxalidaceae	1	1
Phyllanthaceae	1	1
Polygonaceae	1	1
Rosaceae	1	1
Rubiaceae	2	2
Rutaceae	1	6
Salicaceae	2	2
Sapindaceae	2	2
Sapotaceae	3	3
Simaroubaceae	1	1
Styracaceae	1	1
Ulmaceae	1	1
Urticaceae	1	1
Zygophyllaceae	1	1
Total	38	88



TABLA 2. Listado de especies de los árboles de alineación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México (parte 1 de 3).

Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Origen	Estatus de riesgo
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Marañón	1	N	SR
	<i>Spondias purpurea</i> L.	Jocote agrio	1	I	SR
	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	207	I	SR
	<i>Tapirira mexicana</i> Marchand	Ujtui	3	N	SR
Annonaceae	<i>Annona diversifolia</i> Saff.	Papausa	50	N	SR
	<i>Annona lutescens</i> Saff.	Anona amarilla	3	N	SR
	<i>Annona muricata</i> L.	Guanábana	72	N	SR
	<i>Annona reticulata</i> L.	Anona colorada	11	N	SR
	<i>Rollinia mucosa</i>	Chirimoya	3	N	SR
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold	Chilka	21	N	SR
	<i>Plumeria rubra</i> L.	Flor de mayo	40	N	SR
	<i>Thevetia ovata</i> (Cab.) A. DC.	Convulí	4	N	SR
Araceae	<i>Monstera deliciosa</i> Liebm.	Piñanona	1	N	SR
Araucariaceae	<i>Araucaria heterophylla</i> (Salisb.) Franco	Araucaria	9	I	SR
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i> H.B.K.	Morro	1	N	SR
	<i>Jacaranda mimosifolia</i> Dom.	Jacaranda	26	I	SR
	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	Cuajilote	6	N	SR
	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	Tulipán de África	25	I	SR
	<i>Tabebuia donnell-smithii</i> Rose	Primavera	110	N	SR
	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Matilisguate	258	N	SR
	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Candox	12	N	SR
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.	Achiote	4	N	SR
	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Pumposhuti	1	N	SR
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (RyP) Oken	Bojón	5	N	SR
	<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem & Schult	Matzú	7	N	SR
	<i>Cordia dodecandra</i> A. DC.	Cupapé	204	N	SR
	<i>Cordia elaeagnoides</i> A. DC.	Grisiño	4	N	SR
	<i>Ehretia tinifolia</i> L.	Nambimbo	59	N	SR
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.	Copal	1	N	SR
	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Palo mulato	13	N	SR
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	Icaco	2	N	SR
	<i>Licania platypus</i> (Hemsl.) Fritsch	Sonzapote	1	N	SR
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Almendro	1008	I	SR
Cupresaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Ciprés	10	N	SR
	<i>Cupressus sempervirens</i> var. <i>stricta</i> L.	Ciprés	17	I	SR
	<i>Thuja orientalis</i> L.	Tulia	10	I	SR
Ebenaceae	<i>Diospyros digyna</i> Jacq.	Zapote negro	2	N	SR

TABLA 2. Listado de especies de los árboles de alineación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México (parte 2 de 3).

Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Origen	Estatus de riesgo
Elaeocarpaceae	<i>Mutingia calabura</i> L.	Capulín	69	N	SR
	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache	2	N	SR
	<i>Acacia pringlei</i> Rose	Guamuchil negro	1	N	SR
	<i>Albizia lebbek</i> (L.) Benth.	Pelos de ángel	15	I	SR
	<i>Albizia leucocalyx</i> (Britton & Rose) L. Rico	Guacibán	1	N	SR
	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Barba de mantel	1	N	SR
	<i>Bauhinia variegata</i> L.	Pata de vaca	46	I	SR
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	Chinchimalinchi	10	N	SR
	<i>Cassia fistula</i> L.	Cañafistula	10	I	SR
	<i>Delonix regia</i> (Boj.) Raf	Flamboyan	197	I	SR
	<i>Diphysa robinoides</i> Benth.	Guachipilín	1	N	SR
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Guanacastle	8	N	SR
	<i>Erythrina berteroana</i> Kunth	Pitillo	3	N	SR
	<i>Erythrina variegata</i> L.	Colorín	39	I	SR
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	Cuchunuc	23	N	SR
	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Palo brasil	4	N	SR
	<i>Leucaena esculenta</i> (Moc. Et Sess) Benth.	Guaje de castilla	4	N	SR
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	Guaje	42	N	SR
	<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.	Tepeguaje	2	N	SR
	<i>Pithecellobium saman</i> (Jacq.) Benth.	Tepenaguaste	5	N	SR
	<i>Platymiscium dimorphandrum</i> Donn. Sm.	Hormiguillo	1	N	SR
	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.	Mezquite	5	N	SR
	<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	28	I	SR
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus mocinoi</i> Lemus	San Felipe	1	N	SR
Lamiaceae	<i>Tectona grandis</i> L. F.	Teca	4	I	SR
Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i> H.B.K.	Laurel	1	N	P
	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	86	N	SR
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) H.B.K	Nance	101	N	SR
	<i>Ceiba aesculifolia</i> (H.B.K.) Britt. & Baker	Lantá	1	N	SR
	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	11	N	SR
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Caulote	2	N	SR
	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	Coastal/ Sea Hibiscus	2	I	SR
	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Zapote de agua	6	N	SR
	<i>Pseudobombax ellipticum</i> HBK	Sospó	16	N	SR
	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Neem	92	I	SR
	<i>Cedrela odorata</i> M. Roem.	Cedro	45	N	PE
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.	Paraíso	32	I	SR
	<i>Swietenia humilis</i> King.	Caobilla	59	N	SR
	<i>Swietenia macrophylla</i> G. King	Caoba	15	N	SR
	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	Limoncillo	2	N	SR



TABLA 2. Listado de especies de los árboles de alineación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México (parte 3 de 3).

Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Origen	Estatus de riesgo
Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson ex F.A. Zorn) Fosberg	Árbol de pan	3	I	SR
	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Jack / Yaca	2	I	SR
	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw	Mojú	2	N	SR
	<i>Castilla elastica</i> Cerv.	Hule	9	N	SR
	<i>Ficus benjamina</i> Lin	Benjamina	2804	I	SR
	<i>Ficus cookii</i> Standl.	Chumite	1	N	SR
	<i>Ficus involuta</i> (Liebm.) Miq	Matapalo	4	N	SR
	<i>Ficus nitida</i> Thumb.	Laurel	559	I	SR
	<i>Ficus padifolia</i> H.B.K.	Palo de higo	1	N	SR
	<i>Trophis racemosa</i> Urb.	Ramón colorado	2	N	SR
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringa	15	I	SR
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> L'Hér.	Eucalipto	2	N	SR
	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	93	N	SR
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	6	I	SR
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus acidus</i> L.	Grosella	4	I	SR
Polygonaceae	<i>Gynopodium floribundum</i> Rolfe	Aguaná	2	N	SR
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Níspero	4	I	SR
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Maluco	1	N	SR
	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Noni	14	I	SR
Rutaceae	<i>Citrus auriantum</i> Osbeck	Limón mandarina	2	I	SR
	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christ) Swingle	Limón	96	I	SR
	<i>Citrus limetta</i> L.	Lima	2	I	SR
	<i>Citrus paradisi</i> Macfad.	Toronja	1	I	SR
	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Mandarina	1	I	SR
	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	92	I	SR
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Sauce	1	N	SR
	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Mill	Paragüita	4	N	SR
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Jaboncillo	6	N	SR
	<i>Talisia olivaeformis</i> (H.B.K.) Radlk	Guaya	200	N	SR
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Bramdegee	Chumí	6	N	SR
	<i>Manilkara zapota</i> (L.) Royen	Chicozapote	22	N	SR
	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn	Mamey	2	N	SR
Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i> D.C.	Aceituno	27	N	SR
Styracaceae	<i>Styrax argenteus</i> Presl.	Chucamay	3	N	SR
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Capulín	1	N	SR
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumbo	1	N	SR
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i> L.	Guayacán	5	N	A

Nota: Origen (N = nativa; I = introducida). Estatus de riesgo (SR = sin riesgo; PE = protección especial; A = amenazada, P = Peligro de extinción).

En cuanto al origen de las especies, 70% (81 especies) son nativas y 30% (33 especies) introducidas, es decir, dos terceras partes del total corresponden a especies nativas; sin embargo, este escenario invierte su sentido cuando el análisis se realiza por el número de los individuos contabilizados y, así, 75% corresponde a individuos de origen introducido y solo 25% de individuos nativos, lo que significa que prácticamente dos terceras partes de los individuos del arbolado de la ciudad son introducidos.

Con respecto a la ubicación de los árboles, predominó su establecimiento en banquetas con 6014 individuos, seguido de camellones con 1109 y calles con 82 individuos.

La información dasométrica de los árboles se encuentra en la tabla 3, la altura promedio fue de 5.75 m, que corresponde a la altura en la que se ubica el cableado eléctrico. En cuanto a los diámetros normal y basal, es evidente que las proporciones son mayores en el primero debido a que la mayoría de los árboles presentan bifurcaciones o protuberancias a esta altura, que corresponden regularmente a las deformaciones de los troncos causados por las podas que dejan evidentes problemas y cicatrices.

Quince por ciento de los troncos presentaron condiciones buenas, 42% regulares, 33% malas y 10% pésimas. Las copas se ubicaron en condiciones buenas (47%) y regulares (31%), es decir, en el primer caso se encuentran completas, densas y balanceadas y en segundo caso, muestran copas desbalanceadas o incompletas. En la categoría de pésima (5%) se categorizaron los ejemplares cuyas copas fueran inexistentes o ínfimas debido a la poda extrema que presentaron.

En relación con el estado sanitario del tronco de los árboles, la mayoría está dentro de la categoría de sano 46%, seguido de regular 42%, malo con 9% y pésimo con 3%, lo que significa que prácticamente la mitad de los individuos censados presentaron algún síntoma o evidencia de enfermedad, plaga o troncos lesionados. De manera paralela, las copas de los árboles presentaron condición sana (66%), seguida de regular (29%), mala (3%) y pésima (2%).

Por otra parte, los árboles muestreados contaron con una estructura mala (31%), seguida de regular (28%), pésima (26%) y buena (15%), lo que demuestra que en su mayoría tienen bifurcaciones, ramas muertas y tocones. Cincuenta y dos por ciento de los ejemplares tuvieron vigor, 24% inclinación incipiente, 18% declinación moderada, 4% declinación avanzada y 2% declinación severa.

El mantenimiento requerido por los árboles de alineación se presenta en la figura 2; cabe mencionar que en el concepto de derribo se incluyen 3668 individuos muertos en pie que no requirieron de algún tipo de poda.

Los daños y problemas asociados a los árboles se muestran en la figura 3, de manera que 36.2% de los individuos ocasionaron daño a las banquetas, 24% interfirieron con el cableado eléctrico, 35.6% mostró la raíz expuesta, 2.4% tuvieron cuerdas o alambres en su tronco o ramas, 2.17% clavos, 1.06% ahorcados, 18.25% contaron con el tronco pintado, 39.6% con evidencia de desmoche (corte de ramas y hojas que se realiza a los árboles sin criterios biológicos, físicos y estéticos; que dañan su estructura), 6.6% tenían anuncios y 5.5% se encontraban muertos en pie o en ese proceso.

TABLA 3. Datos dasométricos del arbolado de alineación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

	Total	Suma	Promedio	Mediana	Moda	Max	Min
Altura (m)	7205	41 400.98	5.75	5	4	20	1.5
DAP (cm)	7205	273 381.35	37.94	33.26	36.61	210	6.53
DB (cm)	7205	215 854.06	29.96	26.74	25.46	173	7.96
CobC (m ²)	7205	193 964.26	26.92	15.90	15.9	531	0

Nota: DAP (diámetro altura de pecho), DB (diámetro basal), CobC (cobertura de copa).



Distribución del mantenimiento requerido

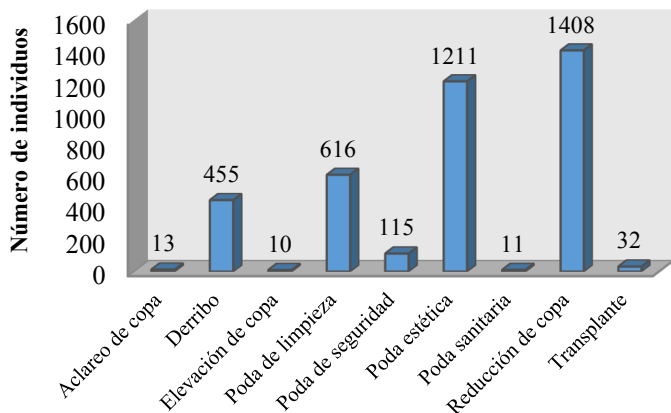


FIGURA 2. Tipo de mantenimiento requerido

Daños y problemas

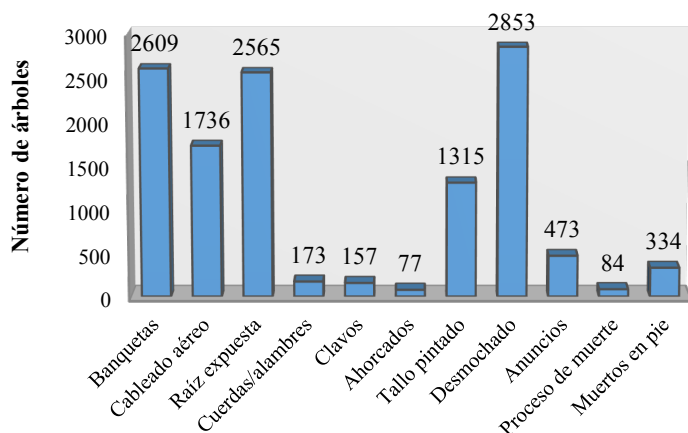


FIGURA 3. Daños y problemas asociados

El número de árboles observados incluyendo los muertos, con presencia de fauna (aves, mamíferos y reptiles) fueron 354, cifra que corresponde a 4.7% del total muestreado, considerando a los árboles muertos.

DISCUSIÓN

De acuerdo con los datos obtenidos, donde aproximadamente 46.7% del total de los árboles muestreados son del género *Ficus*, se infiere que existe un preocupante y alarmante fenómeno social que también se presenta en el noreste del país, donde esta especie se ha

plantado de manera masiva en calles y avenidas de las principales zonas del área metropolitana de Linares, N. L. (Zamudio, 2001). Esta preferencia no es exclusiva de aquella región de México puesto que, tras analizar el inventario realizado para esta investigación, dicho fenómeno también se presenta en esta ciudad.

Terrazas *et al.*, (1999); Velasco *et al.*, (2013) y Zamudio (2001) indican que, a partir de sus análisis, las áreas verdes urbanas y en general la diversidad florística urbana en el país es pobre. Esta situación representa un riesgo latente frente al embate de plagas y enfermedades, pues se sugiere que ninguna especie debe predominar por arriba de 5% con respecto a las demás.

De manera similar, Castillo y Pastrana (2015) manifiestan que la diversidad de especies del arbolado de alineación presenta esa situación, debido a que existen deficiencias en la gestión ambiental de los mismos, carencias en la oferta arbórea del mercado, problemas en la producción de cada especie, desconocimiento de otras especies interesantes por parte de las autoridades y diseñadores, así como las modas jardineras.

En cuanto a especies exóticas invasoras, se identificó que dentro de las cien más dañinas del mundo que cita la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) están guarumbo (*Cecropia peltata*), guaje (*Leucaena leucocephala*) y tulipán de África (*Spathodea campanulata*) (Lowe, Browne, Boudjelas y De Poorter, 2004), mismas que han sido localizadas en la flora arbórea de estudio. Asimismo, fueron registradas otras especies como pelos de ángel (*Albizia lebecke*), pata de vaca (*Bauhinia variegata*), cañafistula (*Cassia fistula*), flamboyán (*Delonix regia*), tamarindo (*Tamarindus indica*), paraíso (*Melia azedarach*), grosella (*Phyllanthus acidus*) y naranja (*Citrus sinensis*) identificadas como especies invasoras en México por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad [Conabio], (2016).

Por lo anterior, el número de individuos contabilizados de especies invasoras corresponde a 492, equivalente a 6.8% del total, cifra que probablemente no resulte alarmante, sin embargo, debe considerarse como prioritario

al momento de realizar planes de manejo y revegetación con los árboles en áreas urbanas.

Con respecto al origen de los árboles en las ciudades, Arriaga, Cervantes y Vargas-Mena (1994) indican que estos deberían ser preferentemente de especies nativas, porque presentan las siguientes ventajas: están adaptadas a las condiciones climáticas, edáficas, geológicas e hídricas del lugar; sus semillas o propágulos se encuentran localmente; resguardan la diversidad genética; proporcionan hábitat para la fauna local; en relación con las enfermedades y agentes patógenos (plagas), difícilmente alcanzan proporciones mayores, los daños se limitan a individuos seniles o débiles. Además otorgan identidad a la población con su entorno original.

Por su parte, Sánchez y Artavia (2013) mencionan que uno de los más controversiales temas en la arborización urbana es el origen de la vegetación, puesto que muchos especialistas consideran la plantación de especies nativas para no dañar los hábitats de la biodiversidad silvestre local; sin embargo, las especies exóticas también son importantes porque muestran ciertas características que las hacen adecuadas para la ciudad, por ejemplo: resistencia a la contaminación, porte pequeño, crecimiento rápido, follajes y floraciones llamativos. Los mismos autores indican que la literatura especializada demuestra que se puede hacer uso de 75% a 80% de especies nativas y completar con especies exóticas.

De acuerdo con González-Espinosa, Rey-Benayas, Ramírez-Marcial, Huston y Golicher, (2004) el estado de Chiapas es denominado megadiverso porque cuenta con más de 9000 especies de plantas; Villaseñor e Ibarra-Manríquez (1998) calculan que la flora en México cuenta con 3639 especies arbóreas nativas conocidas y que de ese total probablemente 40% se encuentre en el estado (González-Espinosa, Ramírez-Marcial, Méndez-Dewar, Galindo-Jaimes y Golicher, 2005).

Rocha-Loredo, Ramírez-Marcial y González-Espinosa (2010) indican que la riqueza de especies arbóreas en la depresión central de Chiapas se representa por 233, sin embargo, Sánchez (2014) registró alrededor de 290, tan solo en la cuenca del Río El Sabinal; por tal motivo, resulta

contradictorio que se esté optando por la utilización y proliferación masiva de un par de especies exóticas y que estas dominen las calles del ecosistema urbano cuando existe una amplia diversidad arbórea en la región.

La ciudad de Tuxtla Gutiérrez cuenta con una extensión territorial de 13507 hectáreas (H. Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez, 2016), la cobertura de copa que se obtuvo fue de 19.4 ha; si este dato se toma como parámetro base del muestreo, en una quinta parte de la superficie de la ciudad (20% de las colonias), existen 97 ha ocupadas por las copas de los árboles. Esta cantidad, podría considerarse mínima, sin embargo, es parte del ecosistema urbano no reconocido dentro de las áreas verdes, por tal motivo, habría que retomar las recomendaciones que la Organización Mundial de la Salud hace acerca de la existencia de, por lo menos, 9 m² de áreas verdes por habitante (Rodríguez, 2002).

En este contexto, de acuerdo con el Iciplam (2012), en la ciudad existe una superficie de 27.9 ha ocupada por 93 bulevares, por lo que las 97 ha ocupadas por las copas arbóreas de alineación (calles y banquetas) superan esta superficie que contribuye de manera directa e inmediata en la provisión de algunos servicios ambientales, por ejemplo en disminución de islas de calor urbanas, captura de CO₂, conservación de la biodiversidad, belleza escénica, entre otros.

En cuanto a las condiciones físicas de los árboles se encontró que el vigor y la estructura tienen una correlación directa entre ellos, ya que, cuanto más vigor posea un árbol, podrá enfrentar de mejor manera las agresiones y daños externos, lo que se verá reflejado en una mayor capacidad para generar una estructura bien definida y conformada (Shigo, 2008). Un árbol en los términos que la Real Academia Española indica, *es una planta con un tronco único, nítido y derecho, requiere de un alto vigor*. Esto no sucede cuando la carencia de ese vigor se manifiesta por troncos torcidos, inclinados o ahorquillados y copas debilitadas (Shigo, 2008).

Los daños más evidentes, provocados por los árboles, fueron aquellos causados por las raíces y la obstrucción de las ramas al cableado aéreo; al respecto, Vargas-Garzón y Molina-Prieto (2010) indican que benjamina (*Ficus*



benjamina), caucho (*Ficus elástica*), flamboyán (*Delonix regia*), árbol de pan (*Artocarpus communis*) y tulipán de África (*Spathodea campanulata*) son árboles urbanos que producen severos problemas en las construcciones arquitectónicas, obras civiles, redes de servicios e iluminación pública en diez de las principales ciudades de Colombia. En ese país, dichas especies fueron utilizadas durante décadas debido a su valor estético, floración, tamaño y follaje, entre otros.

Las principales afectaciones que las especies anteriores producen se deben a que sus raíces son extendidas y gruesas, de tipo rizomatoso además de superficiales y aéreas, que crecen en muchas direcciones, incluso se registran algunas especies con raíces horizontales de hasta 100 m de largo como el árbol de pan (*Artocarpus communis*) y tulipán de África (*Spathodea campanulata*). Este tipo de raíces resulta muy agresivo y destructivo en muros, pavimentos, vialidades, banquetas, alcantarillado y redes hidráulicas; ya que obstruyen, perforan y fracturan cimientos de viviendas y otro tipo de construcciones, generando gastos públicos que en muchas ocasiones deben ser solventados por los ciudadanos (Vargas-Garzón y Molina-Prieto, 2010).

CONCLUSIONES

Como parte del diagnóstico del arbolado de alineación en el área de estudio, se censaron 7539 individuos, de los cuales 334 estaban muertos; derivado de ello, se obtuvo la diversidad arbórea representada por 114 especies agrupadas en 88 géneros y 38 familias. Las especies empleadas con mayor frecuencia son *Ficus benjamina*, *Terminalia catappa*, *Ficus nitida*, *Tabebuia rosea* y *Mangifera indica*. Las dos primeras suman en conjunto 52.9% del total de los árboles censados. Setenta y cuatro por ciento de los individuos son introducidos y solo 26% nativos. Se identificó que *Cedrela odorata* (cedro) es una especie con protección especial, *Litsea glaucescens* (laurel) está en peligro de extinción y *Guaiacum sanctum* (guayacán) es una especie amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Las condiciones físicas de los troncos y copas van de buenas a regulares; así mismo las condiciones sanitarias, tanto en las copas como en los troncos, van de sanas a

regulares. Los principales daños a la infraestructura urbana, causados por algunos árboles de alineación, se relacionan directamente con la incorrecta selección de especies, la carencia de conocimientos de su biología, así como con un manejo inadecuado de las mismas. Es importante hacer notar que los árboles de alineación fungen como hábitat para una gran diversidad faunística, proporcionando espacios para su establecimiento y desarrollo.

Para asegurar la capacidad de proveer de forma duradera y eficiente todos los recursos naturales y así garantizar la sustentabilidad de este subsistema, es necesario incorporar programas de manejo integral de arbolado urbano a escala municipal. En este sentido también es indispensable llevar a cabo programas de sustitución y revegetación arbórea con flora nativa, ya que en su mayoría los árboles de alineación son introducidos.

A través de este estudio se confirma la importancia del papel que juega el arbolado en las ciudades, insistiendo en la reproducción y difusión de estos trabajos a nivel municipal para que de esta manera se logren alcanzar progresos en la materia.

Finalmente, es importante resaltar que en las ciudades son más evidentes los daños provocados a la naturaleza debido a la urbanización mal planeada y el acelerado crecimiento demográfico, es indudable que los ciudadanos son los principales modeladores de cambio en el ambiente urbano, influenciando de manera directa en su desarrollo.

RECONOCIMIENTOS

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por la beca otorgada para realizar la Maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable y Gestión de Riesgos en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

REFERENCIAS

- Arriaga, V., Cervantes, V., & Vargas-Mena, A. (1994). *Manual de reforestación con especies nativas*. México: Instituto Nacional de Ecología-Sedesol.
- Benavides, H. (1989). *Bosque urbano: la importancia de su investigación y correcto manejo* (pp. 966–992). Presentado en Congreso Forestal Mexicano, Toluca, Estado de México, México.

- Benavides, H., & Fernández, D. (2012). Estructura del arbolado y caracterización dasométrica de la segunda sección del Bosque de Chapultepec. *Madera y Bosques*, 18(2), 51–71. doi: 10.21829/myb.2012.182352
- Benavides, H., & Villalón, R. (1992). *Algunos aspectos del arbolado de alineación de la delegación Venustiano Carranza*, D.F. Presentado en Memoria de la Reunión Científica Forestal y Agropecuaria, Centro de Investigación de la Región Centro, Campo experimental Coyoacán.
- Benedetti, G., & Campo de Ferreras, A. (2007). Arbolado de alineación: el mapa verde de un barrio en la ciudad de Bahía Blanca, Argentina. *Papeles de Geografía*, (45–46), 27–38.
- Breedlove, D. (1981). *Flora of Chiapas, Part I: Introduction to the flora of Chiapas*. San Francisco, California, EUA: The California Academy of Sciences.
- Castillo, L., & Pastrana, J. C. (2015). Diagnóstico del arbolado viario de El Vedado: composición, distribución y conflictos con el espacio construido. *Arquitectura y Urbanismo*, 36(2), 93–118.
- Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica [Ceieg] (2010). *Perfiles municipales*. Recuperado de <http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/perfiles/Inicio>
- Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad [Conabio] (2016). *Sistema de información sobre especies invasoras en México*. Recuperado de <http://www.biodiversidad.gob.mx/invasoras>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat] (30 de diciembre de 2010). NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado de http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091
- Missouri Botanical Garden (s/f). *Flora Mesoamericana*. Recuperado de <http://www.mobot.org/mobot/fm/>
- Gentry, A. (1996). *A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America*. Chicago: University of Chicago Press.
- González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., Méndez-Dewar, G., Galindo-Jaimes, L., & Golicher, D. (2005). Riqueza de especies de árboles de Chiapas: variación espacial y dimensiones ambientales asociadas al nivel regional. En M. González-Espinosa, N. Ramírez M., & L. Ruiz M. *Diversidad Biológica en Chiapas* (pp. 81–116). México, D.F.: Plaza y Valdés.
- González-Espinosa, M., Rey-Benayas, J., Ramírez-Marcial, N., Huston, M., & Golicher, D. (2004). Tree diversity in the northern Neotropics: regional patterns in highly diverse Chiapas, Mexico. *Ecography*, 27, 741–756. doi: 10.1111/j.0906-7590.2004.04103.x
- H. Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez (2016). *Plan de Desarrollo Municipal*.
- Instituto ciudadano de planeación municipal de Tuxtla Gutiérrez [Iciplam] (2012). *Tuxtla 2030, La Agenda Estratégica de Nuestra Ciudad*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi] (2010). *Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. Inegi.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi] (2015). *Catálogo de asentamientos humanos*. Recuperado de <http://www.inegi.com.mx/geo/contenidos/geoestadistica/>
- López, A., & Flores, L. (1997). La santé des arbres urbains dans le systemes de control au NE au Mexique. Presentado en Symposium International sur la Santé de l' Arbre Urbain, París, Francia.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., & De Poorter, M. (2004). Cien de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo: una selección del Global Invasive Species Database. Grupo Especialista de Especies Invasoras / UICN.
- Macías, J., Ochoa, S., Zamora, L., Martínez, M., & Peters, W. (2015). *Guía de campo para la identificación de árboles de la vertiente Pacífico de Chiapas*. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México: El Colegio de la Frontera Sur.
- Martínez, M. (1979). *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Miranda, F. (1998). *La Vegetación de Chiapas* (3a ed.). Tuxtla, Gutiérrez, Chiapas: CONECULTA/Talleres Gráficos del Estado de Chiapas.
- Mullaney, J., Lucke, T., & Trueman, S. (2014). A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. *Landscape and Urban Planning*, 134, 157–166. doi: 10.1016/j.landurbplan.2014.10.0130169-2046/



- Niembro, A. (1986). *Árboles y arbustos útiles de México, naturales e introducidos*. México, D.F.: Universidad Autónoma Chapingo/Limusa.
- Nowak, D., Crane, D., & Stevens, J. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening*, 4, 115–123. doi: 10.1016/j.ufug.2006.01.007
- Pennington, T., & Sarukhán, J. (2005). *Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies* (3a ed.). México: Fondo de Cultura Económica.
- Piedra, T. E. (Ed.). (2000). *Manual técnico para la poda, derribo y trasplante de árboles y arbustos de la Ciudad de México*. México, D.F.: Gobierno del Distrito Federal.
- Ricker, M., & Daly, D. (1998). *Botánica económica en bosques tropicales: principios y métodos para su estudio y aprovechamiento*. México: Diana.
- Rivas, D. (2005). *Planeación, espacios verdes y sustentabilidad en el Distrito Federal* (Disertación doctoral). Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F.
- Rocha-Loredo, A., Ramírez-Marcial, N., & González-Espinosa, M. (2010). Riqueza y diversidad de árboles del bosque tropical caducifolio. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 87, 89–103. doi: 10.17129/botsoci.313
- Rodríguez, C. (2002). Manejo de áreas verdes en Concepción: Mejor calidad de vida urbana. *Urbano. Universidad del Bío Bío*, 5, 41–42.
- Rzedowski, J. (1991). El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana*, 15, 47–64. doi: 10.21829/abm15.1991.620
- Sánchez, D. (2014). *Estructura y composición florística de la subcuenca del río Sabinal, Chiapas, México* (Tesis de licenciatura). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla, Gutiérrez, Chiapas.
- Sánchez, G., & Artavia, R. (2013). Inventario de la foresta en San José: gestión ambiental urbana. *Ambientico*, 232–233, 26–33.
- Shigo, A. (2008). *Modern arboriculture. Touch trees*. Durham, Carolina del Norte, USA: Shigo and Trees Associates.
- Terrazas, T., Cortés, M., Segura, S., Torres, B., Olalde, I., Villasana, L., & Tapia, L. (1999). *La vegetación urbana del campus universitario y la polémica del eucalipto. Programa de Mejoramiento de las Áreas Verdes del Campus Universitario* (Informe de investigación). México, D.F.: UNAM.
- Vargas-Garzón, B., & Molina-Prieto, L. (2010). Cinco árboles urbanos que causan daños severos en las ciudades. *Nodo*, 5(9), 115–126.
- Velasco, E., Cortés, E., González, A., Moreno, F., & Benavides, H. (2013). Diagnóstico y caracterización del arbolado del Bosque de San Juan de Aragón. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 4(19), 102–111.
- Villaseñor, J., e Ibarra-Manríquez, G. (1998). La riqueza arbórea de México. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara*, 5, 95–105.
- Zamudio, E. (2001). *Análisis del comportamiento del arbolado urbano público durante el período de 1995 a 1999, en la ciudad de Linares, Nuevo León* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León.

Manuscrito recibido el 1 de mayo de 2017

Aceptado el 25 de junio de 2018

Publicado el 12 de abril de 2019

Este documento se debe citar como:

Román-Guillén, L. M., Orantes-García, C., del Carpio-Penagos, C. U., Sánchez-Cortés, M. S., Ballinas-Aquino, M. L., & Farrera S., O. (2019). Diagnóstico del arbolado de alineación de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Madera y Bosques*, 25(1), e2511559. doi: 10.21829/myb.2019.2511559



Madera y Bosques por Instituto de Ecología, A.C. se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.