

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

# METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO DE ÁREAS VERDES URBANAS E INVENTARIO DE SU ARBOLADO



**Héctor Mario Benavides Meza**

CENID-COMEF  
Septiembre 2015

**DIRECTORIO INSTITUCIONAL**

**SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN**

**Lic. Enrique Martínez Martínez**  
Secretario

**Lic. Jesús Alberto Aguilar Padilla**  
Subsecretario de Agricultura

**Lic. Juan Manuel Verdugo Rosas**  
Subsecretario de Desarrollo Rural

**Lic. Ricardo Aguilar Castillo**  
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

**Lic. Marcos Augusto Bucio Mújica**  
Oficial Mayor

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES,  
AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

**Dr. Luis Fernando Flores Lui**  
Director General

**Dr. Raúl Gerardo Obando Rodríguez**  
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

**M. en C. Jorge Fajardo Guel**  
Coordinador de Planeación y Desarrollo

**M. C. Eduardo Francisco Berterame Barquín**  
Coordinador de Administración y Sistemas

**CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DISCIPLINARIA EN CONSERVACIÓN Y  
MEJORAMIENTO DE ECOSISTEMAS FORESTALES**

**Dr. Rogelio Flores Velázquez**  
Director

**Metodología  
para el diagnóstico  
de áreas verdes urbanas  
e inventario de su arbolado**

## CRÉDITOS EDITORIALES

**Edición Técnica:**

Dr. Víctor Manuel Cetina Alcalá

Dr. Juan B. Rentería Ánima

**Edición:**

Dra. Florencia Tiberia Aucán García Campusano

**Diseño:** Graphx, S.A. de C.V.

La cita correcta es: Benavides M., H. M. 2015. Metodología para el diagnóstico de áreas verdes urbanas e inventario de su arbolado. Libro Técnico No. 8. CENID-COMEF, INIFAP. México, D. F., México. 114 p.

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito a la Institución.

Derechos reservados © 2015

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Av. Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina, Delegación Coyoacán

C.P. 04010 México D. F.

Teléfono (01 55) 3626 8700 Ext. 504 y 508

Primera Edición 2015

1,000 ejemplares

Impreso en: Graphx, S.A. de C.V. Tacuba 40-205, Col. Centro Histórico.

México, D.F. C.P. 06010.

La edición se terminó de imprimir en el mes de septiembre de 2015

ISBN 978-607-37-0446-5

# **Metodología para el diagnóstico de áreas verdes urbanas e inventario de su arbolado**

Héctor Mario Benavides Meza<sup>1</sup>

INIFAP / CENID-COMEF

Programa de Investigación de Manejo Forestal  
Sustentable y Servicios Ambientales

México, D.F.

---

<sup>1</sup> Doctor en Fisiología Vegetal de Plantas Leñosas, Cornell University, Nueva York, EUA. Investigador Titular del CENID-COMEF / INIFAP. Av. Progreso No. 5, Viveros de Coyoacán, C.P. 04010, Coyoacán, México, D.F. correo-e: [benavides.hector@inifap.gob.mx](mailto:benavides.hector@inifap.gob.mx)



## Presentación

El desarrollo de la investigación relacionada con la solución de problemas que afectan a los recursos forestales, agrícolas y pecuarios, así como la generación de nuevos conocimientos que incrementen y optimicen su productividad, que permitan su mejor protección y su manejo sostenible, es una tarea que el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ha llevado a cabo de manera continua desde su creación.

En el caso de los recursos forestales, esta encomienda se ha realizado para los diferentes y variados tipos de vegetación arbórea y arbustiva con que cuenta la República Mexicana, a los cuales se agrega el denominado bosque urbano, el cual se define como la vegetación arbórea y arbustiva que se encuentra en las ciudades y desde el ámbito forestal, la dasonomía urbana es la disciplina relacionada con su estudio, conservación y protección de este tipo de vegetación que se establece en condiciones muy particulares.

El INIFAP fue la institución pionera en la República Mexicana que desarrolló proyectos de investigación, transferencia de tecnología, cursos y eventos específicos en dasonomía urbana y a lo largo de varios años se ha logrado mantener una presencia en diferentes ámbitos de esta disciplina, si bien no se ha logrado tener una presencia institucional en las principales ciudades del país.

La presente publicación continúa la serie de trabajos que en esta materia se han realizado y que se ajustan a la visión del INIFAP en cuanto a la aplicabilidad de la investigación que se realiza en el instituto. En

función de lo anterior, este libro técnico tiene como principal función la de proporcionar a los encargados de los bosques urbanos de las ciudades de México, una serie de procedimientos que les permita monitorear de manera más precisa y confiable la condición en que se encuentran los árboles bajo su responsabilidad y con base en ello determinar las acciones de mantenimiento pertinentes, temática que se publicará en fecha próxima bajo el mismo contexto que esta publicación.

Finalmente, agradezco a todos los colaboradores que han participado en los proyectos bajo mi responsabilidad en los cuales se aplicó esta metodología y particularmente a la Bióloga Maira Gazca Guzmán, quien fue de gran ayuda para llevar a cabo las correcciones en el texto.

Dr. Héctor Mario Benavides Meza

## Contenido

Página	
1	INTRODUCCIÓN
4	Inventarios de arbolado urbano
8	INVENTARIO DE ÁRBOLES EN ÁREAS VERDES URBANAS
9	Registro de los árboles en el inventario
11	Numeración del arbolado
11	Información que se registra en cada árbol
13	Datos básicos
41	Requerimientos de mantenimiento
41	Observaciones complementarias
46	Información adicional
49	Registro de brinzales
53	Registro de arbustos, setos y jardineras
57	Registro de tocones
62	CARACTERIZACIÓN DE ÁREAS VERDES URBANAS
62	Estaciones de muestreo
64	Mediciones dendrométricas
67	Muestreo fitosanitario
69	Compactación del suelo
72	Distribución de los individuos
75	Infraestructura y equipamiento
75	Calidad del mantenimiento

# Contenido

## Página

80	Aspecto y calidad visual
81	Requerimientos de reforestación
84	Prioridad de reforestación
85	Muestreo de suelos
88	Muestreo de follaje
90	COMPARACIÓN DE RESULTADOS
91	EPÍLOGO
93	REFERENCIAS
99	ANEXOS
100	Anexo I. Formato para el registro de datos de campo derivados del inventario del arbolado.
101	Anexo II. Listado de las especies arbóreas y arbustivas registradas en el bosque urbano de la Ciudad de México.
102	Continúa Anexo II. Listado de especies...
103	Continúa Anexo II. Listado de especies...
104	Continúa Anexo II. Listado de especies...
107	Anexo III. Formato para el registro de brinzales.
108	Anexo IV. Formato para el registro de arbustos.
109	Anexo V. Formato para el registro de setos y jardineras.
110	Anexo VI. Formato para el registro de tocones.
111	Anexo VII. Formato para el registro de información derivada de la evaluación de las áreas verdes (estación de muestreo).
112	Anexo VIII. Formato para el registro de la distancia entre individuos en la estación de muestreo para determinar densidad.

## INTRODUCCIÓN

El bosque urbano se define como aquella masa arbolada que se encuentra dentro de los límites de la ciudad, el cual está conformado por dos grandes componentes (Benavides, 1989):

1.- Arbolado de alineación, ubicado a lo largo de las banquetas de calles, avenidas y camellones.

2.- Áreas verdes urbanas, las cuales por lo general suelen ser parques, jardines y glorietas, pero también se incluyen otros espacios abiertos con vegetación como pueden ser cementerios, derechos de vía, barrancas, riberas de ríos y arroyos que surquen la ciudad, así como las grandes masas arboladas, naturales o inducidas, que se encuentren dentro de los linderos de la ciudad y que comúnmente en México se les suele denominar “bosques”.

Dentro del concepto estricto de áreas verdes urbanas no deben incluirse aquellos espacios que estén en la periferia de la ciudad, fuera de los límites de la misma y que por tal razón, deben ser consideradas más bien como parte del bosque periurbano, pues mantienen características de masas forestales en un ambiente rural (Benavides, 1989).

Los componentes del bosque urbano son propiedad pública de tipo municipal y por lo mismo los gobiernos locales son los responsables de ellos. En el caso del Distrito Federal la propiedad es del Gobierno del Distrito Federal, sin embargo la responsabilidad puede ser delegacional o del gobierno de la entidad, como sería el caso de las Áreas de Valor Ambiental (AVA). En algunas ciudades pueden presentarse sitios que sean de propiedad estatal o federal, como es el

---

---

caso de las riberas de ríos y arroyos o áreas naturales protegidas que se encuentren dentro de los límites de la ciudad, las cuales por su ubicación son atendidas por el gobierno local, generalmente derivado de un acuerdo con las otras instancias de gobierno.

En las últimas décadas los habitantes ciudadanos han valorado en mayor magnitud sus bosques urbanos conforme las urbes se han hecho más complejas, han incrementado su población y se han expandido tanto horizontal como verticalmente. Ha coadyuvado a lo anterior el conocimiento que se ha generado respecto a los beneficios antropocéntricos y servicios ambientales que proporciona el bosque urbano, los cuales en el primer caso han sido categorizados por varios autores como estético-funcionales, económicos, de salud pública, mejoramiento del entorno humano y recreación (Robinette, 1972; Benavides, 1989; Gray y Deneke, 1992; Benavides *et al.*, 1994; Harris *et al.*, 2004; Miller, 2007). Entre los trabajos que ejemplifican los beneficios aportados por el bosque urbano en alguna de las categorías referidas se pueden mencionar a Morales (1980), Anderson y Cordell (1988), Kielbaso (1990), Dwyer *et al.* (1992), McPherson (1992), Tyrväinen y Miettinen (2000), Beckett *et al.* (2000), Brack (2002), Lindsey *et al.* (2004), Nowak *et al.* (2006), Gidlof-Gunnarsson y Ohrström (2007), Nowak *et al.* (2007) y Schipperijn *et al.* (2013). En el caso de los servicios ambientales o ecosistémicos proporcionados por el bosque urbano, destacan el control de la erosión, su contribución en el ciclo hidrológico local al permitir la infiltración de agua en las zonas que no tienen pavimentos o edificaciones, el proveer un hábitat a la fauna y flora, además de su importante participación en la captura y retención de bióxido de carbono que favorece ampliamente en la mitigación del efecto invernadero y el calentamiento global. Dichos servicios ambientales han sido documentados entre otros autores por Rowntree y Nowak (1991),

McPherson *et al.* (1994), McPherson *et al.* (1997), Bolund y Hunhammar (1999), Brack (2002) y Dearborn y Kark (2010). En este sentido, los beneficios y servicios ambientales generados por el bosque urbano permite equiparar al mismo con las masas forestales o bosques rurales en cuanto a su importancia ambiental, social y económica (Benavides *et al.*, 1994).

En el caso específico de las áreas verdes urbanas (componente del bosque urbano de gran trascendencia), su aporte ambiental, económico, social y cultural empezó a ser documentado y divulgado desde hace tiempo (Robinette, 1972; Jáuregui, 1975; Morales, 1980; Benavides, 1989; Jáuregui, 1991), la cual sigue siendo reportada en los últimos años (Chiesura, 2004; Georgi y Zafiriadis, 2006; Reyes y Figueroa, 2010; Valladares *et al.*, 2012). Este reconocimiento ha coadyuvado a generar una mayor concientización e incluso ha inducido a los ciudadanos ambientalmente responsables a que pugnen por un equilibrio natural de las ciudades, demandando la conservación y protección de las áreas verdes ya existentes y el incremento de su superficie en el contexto de la ciudad.

Benavides (1989) refiere que la dasonomía urbana es la disciplina forestal que se relaciona con el estudio, conservación, protección y manejo de los bosques urbanos y periurbanos, los cuales tienen una mayor importancia como generadores de servicios ambientales y beneficios antropocéntricos que como proveedores de productos maderables y no maderables. En este contexto dicha disciplina proporciona los fundamentos para elaborar metodologías y procedimientos adecuados con el fin de mantener los bosques urbanos en las mejores condiciones posibles para que continúen generando los beneficios y servicios mencionados. Cordell (1979) menciona incluso que es conveniente dentro de la dasonomía urbana

---

---

desarrollar y probar técnicas alternativas para obtener una gestión más eficaz del bosque urbano, con el fin de promover cambios favorables en el medio ambiente de las ciudades.

La conservación, mejoramiento y protección de los componentes del bosque urbano solo puede ser posible cuando se conocen sus condiciones y características con precisión bajo procedimientos preferentemente sustentados en la arboricultura y dasonomía urbanas. En relación con lo anterior, no hay metodologías en México disponibles para el personal técnico operativo a cargo de áreas verdes que les permita realizar de manera sistematizada su diagnóstico y caracterización, así como el inventario del arbolado. De igual manera, estos lugares, por sus condiciones y características, presentan una mayor complejidad para llevar a cabo esos procedimientos, situación que se pretende subsanar con la presente publicación.

### **Inventarios de arbolado urbano**

El conocimiento de las condiciones del arbolado en un área verde es fundamental para especificar las actividades correctivas y preventivas que deben ser llevadas a cabo, con el fin de protegerlo, conservarlo y mejorarlo. En este sentido, los inventarios de arbolado urbano son el procedimiento idóneo para obtener información precisa y confiable sobre las características de los árboles (Sacksteder y Gerhold, 1979; Beer, 1985; Tate, 1985; Gray y Deneke, 1992; Rudis, 1992; Miller, 2007).

Cuando los inventarios de arbolado urbano son realizados con un sustento apegado a la dasonomía y arboricultura urbanas, se tiene la ventaja de que se disminuyen riesgos potenciales al identificar con toda oportunidad los problemas que pudieran presentarse; se reduce la

subjetividad en las decisiones que se tomen sobre su mantenimiento y se minimizan los costos del mismo, con lo cual se optimizan los beneficios y servicios ambientales que generan y permite prolongar la vida útil del arbolado (INIFAP-DBSJA, 2012).

Antes de llevar a cabo el inventario del arbolado en un área verde urbana se debe determinar el presupuesto, recursos materiales y personal disponibles y en función de ello establecer los objetivos del inventario (Sacksteder y Gerhold, 1979; Smiley y Baker, 1988; Gray y Deneke, 1992). No obstante lo anterior, puede procederse en sentido opuesto, es decir definir los objetivos de acuerdo a la problemática observada y así poder gestionar los recursos.

Algunos objetivos que pueden ser planteados al momento de planear un inventario de arbolado pueden ser la generación de información integral que permita elaborar el programa de manejo del área verde, obtener únicamente datos básicos para conocer el estado físico y sanitario del arbolado o determinar el número de árboles con afectación por plagas, árboles de alto riesgo o que requieran ser podados.

Tipos de inventario.- El registro de la información del arbolado mediante el inventario estará en función de los objetivos planteados y el presupuesto disponible, los cuales definen los alcances del mismo, y estrechamente relacionado con lo anterior, la superficie que se cubrirá. De acuerdo con Smiley y Baker (1988), Benavides *et al.* (1994) e INIFAP-DBSJA (2012), los inventarios se clasifican de acuerdo a los criterios que se presentan en el Cuadro 1.

Un inventario de arbolado puede efectuarse combinando dos o más de las categorías descritas, como sería el caso de un inventario por

---

---

muestreo (extensión), pero que tenga un objetivo específico, por ejemplo presencia de muérdago, con lo cual podría estimarse la magnitud del problema y con base en ello, calcular los recursos necesarios para su control en toda la zona de interés.

La realización de inventarios totales siempre será recomendable ya que proporcionan información integral del bosque urbano o de alguno de sus componentes. De igual manera es útil que los inventarios sean continuos, pues conforme se vayan dando cambios en la población arbórea se estará actualizando la información, como podría ser la ejecución de un trabajo de poda o el derribo de un árbol, actividades que se registrarían en el inventario.



Cuadro 1.- Tipos de inventario y sus características.

Categoría	Tipo	Características
Extensión	Total	Se registra toda la población arbórea de un área determinada, como podría ser una ciudad, delegación, colonia o área verde urbana.
	Parcial	Se registra el arbolado en una parte del área de interés, lo cual puede ser una zona de una ciudad, delegación, colonia o área verde urbana.
	Por muestreo	Se infieren y estiman las características de toda la población arbórea a partir de un muestreo, el cual debe ser estadísticamente representativo (5 a 10% de la población arbórea por lo general).
Periodicidad	Periódico	Se actualiza con cierta frecuencia el inventario inicial, preferentemente cada cinco años, pues el bosque urbano presenta una gran dinámica y por lo mismo, en el mediano plazo pueden presentarse cambios importantes en la condición del arbolado y en la composición de la población arbórea.
	Continuo	La información del inventario se actualiza conforme se van realizando los cambios en la población arbórea.
Finalidad	Por objetivo específico	Se registra solamente una cierta condición o problema en particular que sea de interés y que haya sido determinado previamente, como puede ser el caso de árboles de alto riesgo, con problemas de plagas, muérdago, que requieran poda o derribo.

---

---

## INVENTARIO DE ÁRBOLES EN ÁREAS VERDES URBANAS

El registro de los árboles en las áreas verdes urbanas presenta una gran complejidad, pues a diferencia de los de alineación, no existen referencias claramente identificables para ubicarlos, salvo que se cuente con equipos de georreferenciación, los cuales incluso en ocasiones pueden resultar no muy efectivos ya que el dosel arbóreo interfiere en su ubicación. Es de gran importancia lo referido anteriormente pues una cualidad fundamental de los inventarios de arbolado urbano es que siempre exista la factibilidad de regresar al árbol inventariado en el momento que se requiera, por lo cual es necesario determinar un procedimiento que lo permita.

La información concerniente a los procedimientos utilizados para la realización de inventarios de arbolado en áreas verdes urbanas es limitada, sin embargo destacan los trabajos de Mizerit (2006) y Rojo (2006), así como los informes finales de varios proyectos elaborados en el INIFAP bajo la coordinación del autor, los cuales documentan los métodos aplicados en dichos proyectos (INIFAP-DBCh, 2009; INIFAP-DBSJA, 2012; INIFAP, 2012a; INIFAP, 2012b; INIFAP, 2012c; INIFAP, 2013). En adición a lo anterior, el trabajo publicado por Benavides y Young (2012) refiere el procedimiento utilizado en campo que permitió llevar a cabo los cálculos dasométricos para la 2ª Sección del Bosque de Chapultepec y que forma parte de la presente metodología.

Es conveniente que el registro del arbolado en las áreas verdes urbanas se lleve a cabo utilizando una zonificación operativa, con el fin de facilitar la operatividad del inventario y posterior ubicación de los árboles. En caso de ser necesario podría ser útil una subzonificación, es decir fraccionar las zonas definidas. En ambos casos deberán

utilizarse límites o linderos fácilmente identificables y que sean permanentes, como pueden ser andadores, bardas, rejas, calles, etc. (Figura 1) y es conveniente reconocer las zonas y subzonas con los nombres de los parajes o sitios que regularmente utilice el personal del área verde.

## **Registro de los árboles en el inventario**

Con el fin de facilitar el manejo de la información que se obtiene del inventario del arbolado, la población de plantas leñosas se divide en dos grandes tipos: individuos con un diámetro normal menor a 5 cm e individuos con diámetro normal mayor a dicho valor. Esta división permite separar a aquellos árboles que por su corta edad y tamaño tienen una mayor probabilidad de no sobrevivir en el corto plazo, pues pueden sucumbir con mayor facilidad al efecto de factores ambientales adversos como es la sequía o bajas temperaturas, así como al vandalismo que suele presentarse en las áreas verdes urbanas, por lo cual podría darse el caso de que varios de estos árboles pequeños que fueran registrados de manera integral en el inventario, no estén presentes al momento de actualizar el mismo. En cambio, los árboles del segundo grupo tienen una mayor posibilidad de sobrevivir y desarrollarse adecuadamente, por lo que es más factible que al actualizar el inventario estén aun presentes.

Aunado a lo anterior, la separación de la población arbórea con base en los diámetros mencionados facilita el manejo y análisis de la información de acuerdo con la Norma Ambiental NADF-001-RNAT-2012, en la cual solo se consideran los árboles que tienen un diámetro normal mayor a 5 cm para los fines de restitución de los mismos en caso de un saneamiento. En la sección correspondiente a brinzales se explica con amplitud la forma en que los árboles pequeños son registrados en

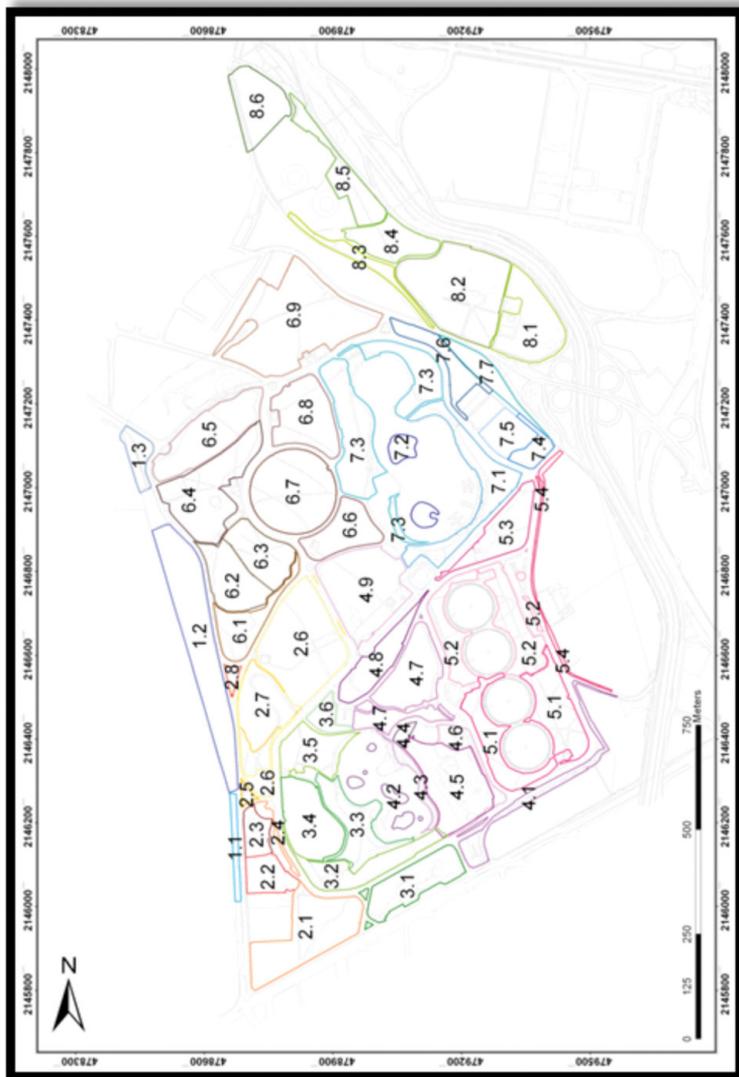


Figura 1.- Zonificación y subzonificación que se realizó en la 2ª Sección del Bosque de Chapultepec.

el inventario del arbolado de un área verde, pues su contabilización y registro de datos básicos es de vital importancia.

### **Numeración del arbolado**

Es muy significativo seguir un registro ordenado y secuenciado en el momento de realizar la numeración de aquellos árboles en cada zona o subzona del área verde, que por su diámetro serán incluidos de manera integral en el inventario. Deberá aplicarse una numeración independiente en cada una de las mismas, exclusiva y secuenciada. Se recomienda que se busque una alternativa para marcar de forma poco evidente los árboles con el número que les corresponda (plumón indeleble por ejemplo), con el fin de facilitar su identificación y ubicación posterior, principalmente cuando se etiqueten los árboles y en caso de revisiones antes de culminar el inventario.

Para llevar a cabo la numeración e inventario del arbolado se deberán utilizar preferentemente bandas o franjas de inventario entre 10 y 20 m de ancho, dependiendo de la densidad del área verde. En cada zona o subzona es conveniente que la numeración siempre empiece en el mismo punto geográfico (esquina suroeste por ejemplo) y la primera banda siempre se dirija hacia la dirección geográfica opuesta hasta alcanzar el borde o límite en ese rumbo, para regresar en sentido contrario en una banda paralela (Figura 2).

### **Información que se registra en cada árbol**

Los datos de aquellos árboles que se incorporan de manera integral en el inventario se registran en campo en el formato que se presenta en la Figura 3 y Anexo I. Esta información se captura posteriormente



Figura 2.- Ubicación de las subzonas, franjas y secuencia de numeración que se utilizó en los parajes del Bosque de San Juan de Aragón.

en gabinete en una hoja de cálculo (por ejemplo *Microsoft Excel*) y es recomendable que en el archivo digital se lleve el mismo orden y se pongan los mismos nombres de las columnas que se utilizan en el formato de campo (Figura 3).

En la actualidad existen equipos digitales de campo que permiten capturar en el sitio la información que se recaba de los árboles, las fotografías necesarias y ubicación geográfica de los mismos; sin embargo, el costo de estos equipos hace difícil su adquisición por lo que es muy factible que en el mediano plazo las dependencias operativas y prestadores de servicio sigan registrando la información en formatos de campo, por lo cual se sugiere la utilización de los ejemplos que se refirieron anteriormente.

### **Datos básicos**

Las variables que son recomendables medir, evaluar y determinar en cada individuo arbóreo que se registra de manera integral en el inventario se describen e ilustran a continuación, con el fin de que puedan ser aplicadas en campo con mayor facilidad. En algunas de estas variables se presenta una clave numérica, la cual se utiliza en el momento de capturar la información en campo y solo es necesario familiarizarse con la misma de acuerdo al parámetro o categoría a evaluar.

Especie.- Se registrará el nombre científico y común de cada árbol, para lo cual se sugiere utilizar la clave numérica que se presenta en el Anexo II. Cabe aclarar que en este anexo se incluyeron especies que si bien no son leñosas o arbóreas, tienen un carácter perenne y longevo, como sería el caso del bambú, el carrizo, los cactus y agaves.



Altura.- Se podrá estimar con pistola Haga, clinómetro, altímetro Blume-Leiss, relascopio, hipsómetro o equipo láser.

Diámetro basal y diámetro normal.- Ambos se miden con cinta diamétrica ya que tiene la ventaja de proporcionar directamente esta dimensión del tronco. El diámetro normal por procedimiento se registra a 1.30 m desde la base y suele referirse como diámetro a la altura del pecho (DAP). En caso de que los individuos presenten una bifurcación con dos o más fustes por debajo de 1.30 m, el diámetro se medirá inmediatamente por debajo de dicha bifurcación. Si ésta comienza desde la base y es claramente común entre los dos o más fustes, se registrará el valor del diámetro basal en ambos casos. Cuando no se observe una base común entre los dos o más troncos, se considerará entonces que cada uno de ellos es un individuo independiente y por lo mismo serán registrados, medidos y evaluados como tales.

Cobertura de copa.- Se determina utilizando el promedio de dos diámetros que se trazan en la copa y que se miden de línea de goteo a línea de goteo. El primer eje se ubicará de manera visual en la parte más ancha de la copa, mientras que el segundo se medirá estrictamente a 90° con respecto al primero y que compensa cualquier sesgo que pudiera originar la medición. En forma posterior se calcula la superficie de la copa con el valor promedio, asumiendo que es un círculo, lo cual facilita esta determinación y no se afecta la medición de este parámetro en forma significativa.

Etapas de desarrollo.- Se evaluará de modo cualitativo pues para fines de manejo del bosque urbano no es tan trascendente determinar con toda precisión la edad de los árboles. Con base en lo anterior, la etapa de desarrollo se valorará en forma categórica, de acuerdo con las características que se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2.- Categorías y criterios para determinar la etapa de desarrollo en árboles urbanos.

ETAPA DE DESARROLLO	
Clave	Categoría
1	Juvenil
Características	
<p>Árboles de 5 a 20 cm de diámetro normal.                      La altura del árbol frecuentemente estará ubicada entre 6 y 10 m dependiendo de la especie.                      Individuos de especies precoces pueden presentar estructuras reproductivas.</p>	
	

Continúa Cuadro 2...

## ETAPA DE DESARROLLO

Clave	Categoría
2	Maduro
Características	

Diámetro normal mayor a 20 cm y altura superior a 10 m dependiendo de la especie. Los individuos presentan estructuras reproductivas.



Continúa Cuadro 2...

## ETAPA DE DESARROLLO

Clave	Categoría
3	Senil
Características	

Árboles maduros que presentan una disminución de su vigor como respuesta a un proceso natural o por el efecto de algún factor abiótico o biótico que acelera esta etapa. Las copas presentan ausencia parcial o casi total de follaje; por lo general se observan ramas muertas en la parte superior y los troncos pueden presentar ausencia de corteza e incluso pudriciones. En algunas especies esta situación se asocia con diámetros normales de tamaño considerable.



Continúa Cuadro 2...

## ETAPA DE DESARROLLO

Clave	Categoría
4	Muerto
Características	
<p>Condición independiente de la edad del árbol y se caracteriza por la pérdida total del follaje, posible ausencia o separación de la corteza y posible presencia de pudriciones en tronco y ramas.</p>	



---

---

Condición estructural o física del tronco.- El aspecto físico-mecánico de los árboles obedece en su gran mayoría al efecto de diversos factores o agentes bióticos, ambientales y sociales que influyen en el desarrollo de los mismos, así como a la ausencia de criterios técnicos para su establecimiento y mantenimiento (poda o sobreplantación por ejemplo), que causa una distorsión en el crecimiento de los árboles.

La evaluación de la estructura del fuste es necesario realizarla durante el inventario, con el fin de determinar las acciones de mantenimiento correctivo que sea necesario llevar a cabo, así como su prioridad. Estas recomendaciones buscarán mejorar el balance de la copa y posible inclinación del árbol, con lo cual se evitarán problemas en el futuro.

Es recomendable que el usuario de la presente metodología consulte bibliografía especializada al respecto, entre la que destacan los trabajos de Harris *et al.* (2004) y Hartman *et al.* (2000); sin embargo, para facilitar la evaluación de esta variable de gran importancia, se presenta el siguiente procedimiento de tipo cualitativo, con el cual y de acuerdo a las características del individuo, se le asignará alguna de las cuatro categorías que se describen a continuación (Cuadro 3).



Cuadro 3.- Categorías y criterios para determinar la condición estructural del tronco en arbolado urbano.

<b>CONDICIÓN ESTRUCTURAL DEL TRONCO (CET)</b>	
Clave	Categoría
1	Bueno
Características	
<p>Fuste recto o con una ligera inclinación menor a 10°. El tronco no presenta objetos incrustados (alambres, clavos, cuerdas, etc.). Sin presencia de áreas muertas o daño mecánico.</p>	
	

Continúa Cuadro 3...

## CONDICIÓN ESTRUCTURAL DEL TRONCO (CET)

Clave	Categoría
2	Regular
Características	

Fuste con una inclinación mayor a  $10^\circ$  y menor a  $30^\circ$ . Se pueden observar pocos objetos incrustados en el tronco y/o pequeñas áreas muertas con daños mecánicos y/o ausencia de corteza, principalmente en la base del árbol.



Continúa Cuadro 3...

## CONDICIÓN ESTRUCTURAL DEL TRONCO (CET)

Clave	Categoría
3	Malo
Características	

El fuste presenta una inclinación mayor a 30° y menor a 45° y/o el tronco puede estar bifurcado (dos troncos) desde la base o parte baja del individuo. Se pueden observar varios objetos incrustados en el tronco y/o algunas áreas muertas de tamaño pequeño a mediano en la base y/o parte media baja del tronco, y/o ausencia de corteza, provocadas generalmente por daños mecánicos.



Continúa Cuadro 3...

## CONDICIÓN ESTRUCTURAL DEL TRONCO (CET)

Clave	Categoría
4	Pésimo
Características	

El fuste presenta una inclinación mayor a 45° y/o tres o más troncos múltiples desde la base o parte baja del mismo, o se observa una deformación de la forma natural del mismo. Esta categoría puede aplicarse también en aquellos troncos mutilados por desmoches, es decir severos cortes que generalmente eliminan una parte considerable de la copa, sino es que la totalidad de la misma. Se pueden observar muchos objetos incrustados en el tronco y/o se presentan áreas muertas con ausencia de corteza en la base y/o parte media del mismo.



Condición estructural de la copa.- La evaluación de la estructura de la copa también es fundamental para definir las actividades de mantenimiento correctivo pertinentes, lo cual permitirá mejorar su condición en el corto plazo y evitar problemas en el futuro. En este caso también se propone en esta metodología una evaluación cualitativa, sustentada en una valoración subjetiva de fácil aplicación, en la que se consideran cuatro categorías que van desde “bueno” hasta “pésimo”, dependiendo de las características que se observen en los árboles (Cuadro 4).

Condición sanitaria del tronco.- El estado de salud del arbolado es muy importante que se especifique de forma precisa, con el fin de determinar en caso necesario los tratamientos adecuados con la mayor celeridad posible. Para los fines del diagnóstico del arbolado esta variable se evalúa de una manera similar al estado estructural, es decir de manera subjetiva por medio de una escala categórica, fundamentada en la intensidad de la infestación o ataque de los organismos plaga o patógenos, así como en la evidencia de su presencia o síntomas que puedan observarse en el árbol. Con base en lo anterior se selecciona la categoría adecuada para calificar esta condición y que va desde “bueno” hasta “pésimo” (Cuadro 5).

No obstante lo anterior, se recomienda que el usuario de la presente metodología consulte diversos trabajos relacionados con la parasitología y fitopatología forestales, entre los que destacan los publicados por Cibrián *et al.* (1995) y Cibrián *et al.* (2007).

Cuadro 4.- Categorías y criterios para determinar la condición estructural de la copa.

<b>CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LA COPA (CEC)</b>	
Clave	Categoría
1	Bueno
<b>Características</b>	
<p>Copa con un balance adecuado o una ligera inclinación menor a 10°. Distribución equitativa y adecuada de las ramas y el ángulo de inserción de las mismas es correcta, es decir se encuentra entre 45 a 90°. No se presentan ramas con desmoche ni rebrotes múltiples denominados “escobas de bruja”. No se presentan huecos en la copa ni se observan objetos ajenos a la misma (cables aéreos, cuerdas, pendones, etc.).</p>	
	

Continúa Cuadro 4...

## CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LA COPA (CEC)

Clave	Categoría
2	Regular
Características	

Copa con un desbalance mayor a  $10^\circ$  y menor a  $30^\circ$ . Distribución equitativa y adecuada de la mayoría de las ramas, así como del ángulo de inserción de las mismas. Se pueden observar algunos huecos en la copa (menos del 25%) y muy pocos objetos ajenos a la misma.



Continúa Cuadro 4...

## CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LA COPA (CEC)

Clave	Categoría
3	Malo
Características	

Copa con un desbalance mayor a 30° y menor a 45°. Distribución poco equitativa e inadecuada de las ramas, así como de su ángulo de inserción (menor de 15° ó mayor de 90°) y/o muy alargadas. Pueden presentarse troncos y ramas con desmoche y rebrotes múltiples (escobas de bruja). Huecos en la copa del 25 al 50% y puede presentar varios objetos en la misma. Es posible que se observe corteza incluida en ramas o troncos bifurcados con un ángulo de inserción muy cerrado.



Continúa Cuadro 4...

## CONDICIÓN ESTRUCTURAL DE LA COPA (CEC)

Clave	Categoría
4	Pésimo
Características	
<p>Copa con un desbalance mayor a 45°. Distribución muy poco equitativa e inadecuada de la mayoría de las ramas. El ángulo de inserción de algunas puede ser muy cerrado o muy abierto. Troncos y ramas primarias con desmoche y rebrotes múltiples (escobas de bruja). Ausencia de ramas (huecos) y/o follaje en más del 50% de la copa y se pueden observar varios objetos en la misma. Es posible que se observe corteza incluida en ramas o troncos bifurcados con un ángulo de inserción muy cerrado.</p>	



Cuadro 5.- Categorías y criterios para determinar la condición sanitaria del tronco.

CONDICIÓN SANITARIA DEL TRONCO (CST)	
Clave	Categoría
1	Bueno
Características	
<p>No hay afectación, ataque, evidencia o alguna sintomatología que permita suponer la presencia de algún patógeno u organismo plaga en el tronco.</p>	
	

Continúa Cuadro 5...

## CONDICIÓN SANITARIA DEL TRONCO (CST)

Clave	Categoría
2	Regular
Características	

Presencia o evidencia del ataque o afectación incipiente a moderada de microorganismos patógenos, pudrición o plagas en una superficie del tronco menor al 50%.



Continúa Cuadro 5...

## CONDICIÓN SANITARIA DEL TRONCO (CST)

Clave	Categoría
3	Malo
Características	
<p>Presencia o evidencia del ataque o afectación considerable de microorganismos patógenos, pudrición o plagas en la superficie del tronco, entre un 50 a un 80% del mismo.</p>	



Continúa Cuadro 5...

## CONDICIÓN SANITARIA DEL TRONCO (CST)

Clave	Categoría
4	Pésimo
Características	

Presencia o evidencia del ataque o afectación severa de microorganismos patógenos, pudrición o plagas en la superficie del tronco, mayor al 80% del mismo.



Condición sanitaria de la copa.- Al igual que en el caso de los troncos, las afectaciones sanitarias que se presenten en la copa deben ser determinadas y controladas con toda rapidez. Esta condición también se evalúa utilizando una escala categórica que va desde “bueno” hasta “pésimo”, dependiendo del grado de infestación o ataque de microorganismos patógenos y/o plagas (Cuadro 6) y nuevamente, se sugiere la revisión de bibliografía especializada como son las publicaciones de Cibrián *et al.* (1995) y Cibrián *et al.* (2007).

Condición de vigor.- Esta variable, si bien puede ser evaluada de manera subjetiva, se define como el incremento de biomasa aérea por unidad de tejido fotosintético o en otros términos, como eficiencia de crecimiento (Waring, 1983). Es frecuentemente utilizada en el ámbito forestal (Mitchel *et al.*, 1983; Christiansen *et al.*, 1987; Rosso y Hansen, 1998) y se asocia generalmente al aspecto de los árboles en cuanto a la coloración del follaje, distribución del follaje en la copa y tamaño de las hojas. Indudablemente es necesario conocer las especies y el aspecto normal de los individuos para aplicar esta valoración de manera adecuada. Para facilitar la evaluación de esta variable se generó la siguiente escala categórica dividida en forma similar a las descritas anteriormente, pero en este caso se incrementaron las opciones pues van desde la condición “vigoroso” hasta la situación en que el árbol está “muerto”, de acuerdo con los criterios y su descripción que se muestra en el Cuadro 7.



Cuadro 6.- Categorías y criterios para determinar la condición sanitaria de la copa de árboles.

### CONDICIÓN SANITARIA DE LA COPA (CSC)

Clave	Categoría
1	Bueno
Características	

No hay presencia, afectación o sintomatología que evidencie la presencia de algún patógeno u organismo plaga en el follaje y/o ramas de la copa.



Continúa Cuadro 6...

## CONDICIÓN SANITARIA DE LA COPA (CSC)

Clave	Categoría
2	Regular
Características	

Presencia o evidencia del ataque o afectación de microorganismos patógenos o plagas de manera incipiente a moderada (menos del 50% de la superficie que ocupa el follaje y/o las ramas de la copa).



Continúa Cuadro 6...

## CONDICIÓN SANITARIA DE LA COPA (CSC)

Clave	Categoría
3	Malo
Características	



Presencia o evidencia del ataque o afectación de microorganismos patógenos o plagas en más del 50 y hasta el 80% de la superficie que ocupa el follaje y/o ramas de la copa.

Continúa Cuadro 6...

## CONDICIÓN SANITARIA DE LA COPA (CSC)

Clave	Categoría
4	Pésimo
Características	
<p>Presencia o evidencia del ataque o afectación de microorganismos patógenos o plagas en más del 80% de la superficie que ocupa el follaje y/o ramas de la copa.</p>	



Cuadro 7.- Categorías y criterios para determinar el vigor en el arbolado.

<b>CONDICIÓN DE VIGOR</b>	
Clave	Categoría
1	Vigoroso
Características	
<p>Desarrollo de la copa uniforme y color del follaje de acuerdo a la especie (condiciones sanitarias y de crecimiento óptimas).</p>	
	

Continúa Cuadro 7 ...

## CONDICIÓN DE VIGOR

Clave	Categoría
2	Declinante incipiente
Características	

Ausencia de follaje en la copa entre un 10 a 30%, lo cual se evidencia por huecos u hojas muertas en la misma o en la parte externa de algunas ramas terciarias. El color del follaje suele ser el “normal” de la especie.



## CONDICIÓN DE VIGOR

Clave	Categoría
3	Declinante moderado
Características	

Ausencia de follaje en la copa entre un 30 y 60%, lo cual se evidencia por la presencia de huecos y/o hojas muertas en la parte superior o externa de varias ramas terciarias y en ramas secundarias son escasas las hojas. El color del follaje tiende a ser amarillento (clorótico), lo que desvirtúa el aspecto "normal" acorde a la especie.



Continúa Cuadro 7...

## CONDICIÓN DE VIGOR

Clave	Categoría
4	Declinante avanzado
Características	

Ausencia de follaje en la copa entre un 60 y 90% de la misma, lo cual se evidencia por la presencia de huecos y/o ausencia de hojas o éstas están muertas en la parte superior o externa de las ramas terciarias y la mayoría de las secundarias, aunado a que son escasas en ramas primarias. El color del follaje tiende a ser mucho más amarillento (clorótico), lo que desvirtúa aun más el aspecto "normal" acorde a la especie. Es posible observar brotes de follaje en el tronco provenientes de yemas epicórmicas y de yemas adventicias en ramas primarias y el tronco.



Continúa Cuadro 7...

## CONDICIÓN DE VIGOR

Clave	Categoría
5	Declinante severo
Características	
<p>Follaje muy ralo en la copa (5 a 10% de la misma), asociado a brotes de yemas epicórmicas en la parte media y baja del tronco. Ramas terciarias y secundarias muertas, al igual que la mayoría de las ramas primarias. El escaso follaje que se observe será clorótico.</p>	



Continúa Cuadro 7 ...

## CONDICIÓN DE VIGOR

Clave	Categoría
6	Muerto
Características	

Pérdida total del follaje, posible ausencia o separación de la corteza en el tronco, lo que deja la albura visible, generalmente con evidencias del ataque de descortezadores y barrenadores. Presencia de partes afectadas por pudrición en tronco y ramas.



## **Requerimientos de mantenimiento**

Es fundamental determinar las acciones de mantenimiento que deben aplicarse a cada individuo arbóreo con base en la revisión de su condición de acuerdo con los criterios mencionados anteriormente. Es recomendable que esta decisión se determine en el momento de hacer la revisión y solo en caso de duda, deberá quedar plasmada en el formato de registro, y posteriormente regresar al árbol para definir el procedimiento definitivo.

Para facilitar el registro de los requerimientos de mantenimiento se recomienda utilizar las claves numéricas que se presentan en el Cuadro 8, que puede ser por ejemplo 0 (sin requerimiento), algún tipo de poda o incluso el derribo del árbol (8), ya sea por que esté muerto en pie, presente una severa afectación por plagas o enfermedades, o alguna condición que permita catalogarlo como un árbol de riesgo. En las actividades de mantenimiento que se determinen también deberán considerarse diversas opciones como son el trasplante, control de plagas, control de muérdago o de agentes patógenos (Cuadro 8). Cabe destacar que en el caso de la Ciudad de México, se deben seguir los lineamientos que marcan las Normas Ambientales NADF-001-RNAT-2012 y NADF-006-RNAT-2012 (GDF, 2012 y GDF, 2013) para realizar este tipo de actividades.

## **Observaciones complementarias**

En el procedimiento de inventario se anotan en la columna de observaciones aquellas condiciones, características o situaciones consideradas importantes para complementar la información relacionada con los árboles y el entorno en que se encuentran.

**Cuadro 8.- Actividades de mantenimiento que pueden ser realizadas en el arbolado de las áreas verdes urbanas y su definición.**

<b>Clave</b>	<b>Categoría</b>	<b>Definición</b>
0	No requiere mantenimiento	El árbol se encuentra en condición sanitaria y de estructura adecuadas, por lo cual no requiere una intervención.
1	Poda de reducción	Disminución de la altura del árbol por medio de la remoción de la punta del tronco, de la punta de la rama central y/o ramas principales de gran magnitud, sin que se pierda la forma y estructura características de la especie. No debe confundirse esta práctica con los desmoches de árboles que llegan a practicarse, principalmente para la liberación de líneas aéreas de conducción o espectaculares en las vialidades.
2	Poda de restauración	Restauración de la estructura y apariencia de los árboles que han retoñado vigorosamente después de haber sido desmochados o podados de manera inadecuada.
3	Poda de aclareo	Eliminación selectiva de ramas con el fin de disminuir el follaje y reducir el peso.
4	Poda de limpieza	Eliminación de ramas muertas, moribundas, aglomeradas, cruzadas, débilmente unidas y de bajo vigor. Eliminación de ramas y partes del follaje que se encuentren afectadas por plagas y/o enfermedades.
5	Poda de elevación	Eliminación de ramas y chupones que se encuentren por debajo de una altura de 2.4 m en el caso de pasos peatonales o espacios públicos.
6	Poda de palmeras	Remoción de hojas secas y moribundas, así como de plantas parásitas y plantas establecidas en el tronco.
7	Trasplante	Reubicación del individuo, generalmente por estar bajo condiciones de sombreo, siempre y cuando su vigor y condición sanitaria sea adecuada.
8	Derribo	Remoción del individuo por alguna de las siguientes razones: muerto, alto riesgo, ataque severo de plagas y/o enfermedades o declinación avanzada o severa.
9	Control de plagas	Aplicación de un método químico para reducir la población de organismos patógenos
10	Control de enfermedades	Aplicación de un método químico para reducir la población de microorganismos patógenos.

En los inventarios y diagnósticos llevados a cabo bajo la coordinación del autor de esta publicación, ha sido común que en varias ocasiones la columna de observaciones se haya utilizado para recabar información de especial interés para la dependencia u organismo contratante (Figura 4), por lo que a continuación se describen algunos de esos ejemplos:

Interferencias en la cercanía al árbol.- Se registran las estructuras o infraestructura que se encuentre en la cercanía del árbol y que pudiera interferir en su desarrollo, o en contraparte, que el árbol pudiera afectar o dañar en su desarrollo a alguna de éstas, como podría ser el caso de banquetas, cableado aéreo, paramentos, drenaje, mobiliario urbano, etc. Este tipo de datos permite complementar y enriquecer la información relacionada con los árboles e incluso los requerimientos de monitoreo y/o mantenimiento (Figura 5).

Registro de nidos, madrigueras o perchas.- En cierto tipo de inventarios es posible que se requiera determinar una funcionalidad adicional de los árboles, como puede ser el que sirvan como percha para aves rapaces, lo cual puede tener incluso implicaciones en las decisiones de manejo que se definan para ese lugar. De igual manera puede ser importante que se contabilicen nidos y madrigueras en los árboles (Figura 6).



 <small>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias</small>		Zona:										Centro Nacional de Investigación Disciplinaria e Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales							
Integrantes:		Fecha:																	
Subzona	Nº inv	Especie	Etapas	Altura	DN	DB	CC <sup>1</sup>	CC <sup>2</sup>	EFT	EST	EFC	ESC	Mantenimiento	Interferencia	Fauna	Condición	Observaciones	Foto	
														Cables	-				
														-	SI		Dos nidos		
														Banqueta	SI		Árbol utilizado como percha		

Figura 4.- Ejemplo del registro dentro del formato de inventario, de interferencia a mobiliario e infraestructura y presencia de nidos, madrigueras y perchas.

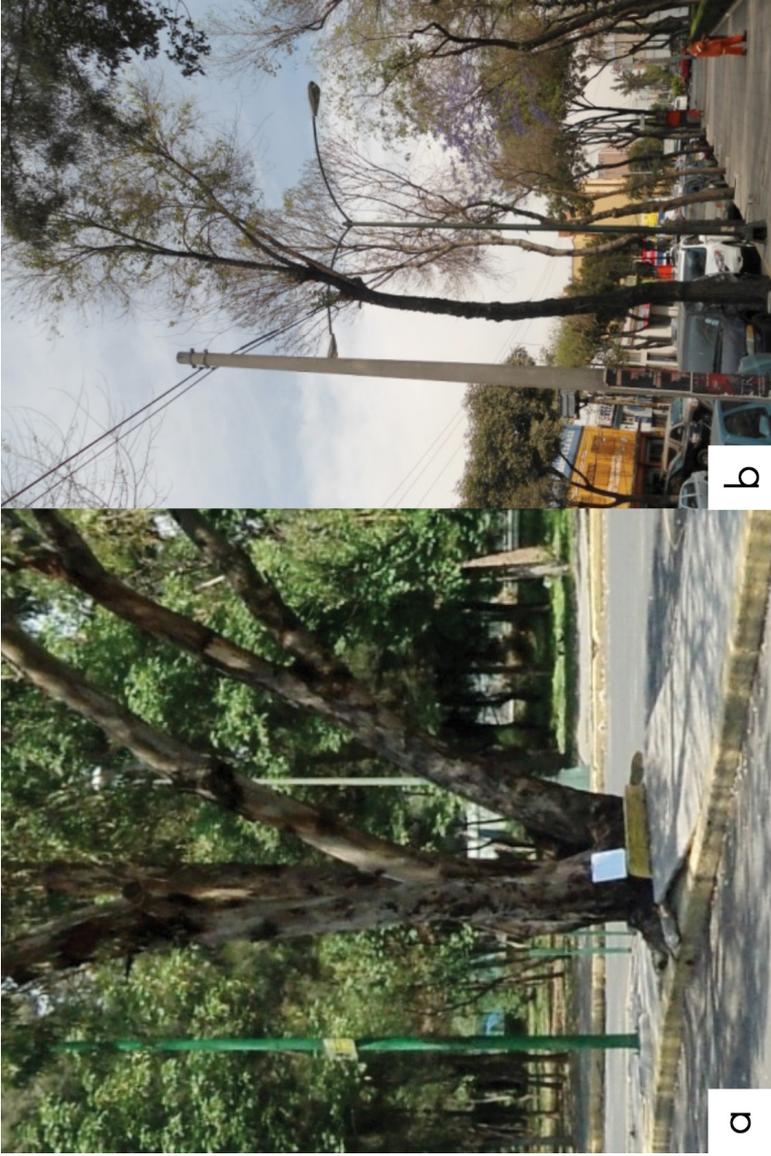


Figura 5.- a) Daños provocados a banquetas por arbolado, b) infraestructura urbana que interfiere con el desarrollo adecuado del árbol.



Figura 6.- a) Nidos en árboles y b) árboles que son utilizados como perchas en áreas verdes urbanas del Distrito Federal.

Registro detallado de plagas o enfermedades.- En ciertas ocasiones podrá ser necesario que la información sanitaria del arbolado se capture de manera más específica durante el inventario, particularmente cuando se hayan detectado problemas previamente o se requiera programar recursos con mayor precisión para controlar algún problema de plagas o enfermedades no cuantificado, como podría ser el caso en los últimos años de la presencia de plantas parásitas (muérdago) en el arbolado urbano de varias ciudades de la República Mexicana. En relación con lo anterior, en el Cuadro 9 se presenta una clave para categorizar una infestación por este tipo de planta parásita, que va desde “sin infestación” a “infestación muy severa”. El esquema que se presenta en el cuadro referido puede ser ajustado para determinar problemas sanitarios similares que requieran ser evaluados de manera específica, ya sea por ataque o afectación que esté causando algún agente biológico en el arbolado o inclusive por algún factor ambiental como podría ser la contaminación atmosférica.

### **Información adicional**

Es conveniente realizar un registro fotográfico de cada individuo arbóreo que se inventaríe y se defina un procedimiento que permita su fácil localización mediante la colocación de etiquetas con el número de la subzona y el registro consecutivo que se asignó al árbol que corresponda. Asimismo, en caso de contar con los recursos y equipo adecuados, se recomienda la georreferenciación de los árboles, información que se adicionará a la base de datos y en dado caso, en los planos que se generen (Figura 7).



Cuadro 9.- Categorías y descripción de las mismas para determinar la presencia de muérdago en el arbolado urbano.

Categoría	Descripción
Sin infestación	No hay evidencia de la presencia de muérdago en el tronco o copa.
Infestación incipiente	Evidencia de la presencia de muérdago en el tronco o copa en una proporción menor al 10% de los mismos.
Infestación moderada	Evidencia de la presencia de muérdago en el tronco o copa en una proporción mayor al 10%, pero menor al 30% de los mismos.
Infestación regular	Evidencia de la presencia de muérdago en el tronco o copa en una proporción mayor al 30%, pero menor al 50% de los mismos.
Infestación severa	Evidencia de la presencia de muérdago en el tronco y copa en una proporción mayor al 50%, pero menor al 80% de los mismos.
Infestación muy severa	Evidencia de la presencia de muérdago en el tronco o copa en una proporción mayor al 80% de los mismos.



a



b

Figura 7.- a) Etiqueta en la que se registra el número de inventario y su zona correspondiente; b) georreferenciación de los árboles inventariados.

---

---

## Registro de brinzales

Para los fines de esta metodología se denominan brinzales a los individuos arbóreos que poseen un diámetro normal menor a 5 cm y generalmente no alcanzan más de 2.5 a 3 m de altura (Figura 8) y por lo mismo, presentan un escaso desarrollo, poca altura y lignificación incipiente que los hace más susceptibles a ser dañados por factores abióticos (sequía, bajas temperaturas), bióticos (raiceros, ardillas, enfermedades) o por algún acto vandálico (resquebrajamiento, extracción), que pueden ocasionar que dichos arbolitos sean eliminados de la cubierta arbórea en un plazo relativamente corto y con facilidad.

No obstante lo anterior, es necesario conocer las condiciones y características de este estrato de la población arbórea, por lo que solamente se contabilizarán, se identificará la especie a la que pertenecen y se registrará el árbol inventariado que esté más cercano al arbolito para su posterior ubicación en caso necesario. Si se llegara a observar un problema fitosanitario en el brinzal se registrará esta situación y se definirá el tipo de mantenimiento que se requiera, como puede ser la aplicación de plaguicidas, fungicidas, poda o derribo.

Cabe destacar que en las áreas verdes que estén sobreplantadas (situación muy frecuente en las ciudades de México), será común que muchos arbolitos estén suprimidos y por lo mismo presenten una falta de vigor, problemas sanitarios y de índole estructural (copas desbalanceadas, troncos inclinados e incluso torcidos), por lo que será necesario definir la conveniencia de llevar a cabo un aclareo para mejorar la condición del estrato inferior (Figura 9). El formato que se utiliza para el registro de estos individuos se muestra en el Anexo III.



Figura 8.- Ejemplo de brinzales en áreas verdes urbanas.



Figura 9.- Plantaciones arbóreas muy cerradas que requieren de tratamientos de aclareo.

## Registro de arbustos, setos y jardineras

Los arbustos frecuentemente están asociados a labores de jardinería y por lo mismo pueden ser fácilmente removidos, razón por la cual en los diagnósticos de las áreas verdes urbanas sólo se contabilizan, se determina la especie a la que pertenecen, se ubican con respecto al árbol inventariado más cercano y se registra su condición sanitaria en caso de que tuvieran algún problema de este tipo y los requerimientos de mantenimiento pertinentes (Figura 10). El formato que se utiliza para el registro de arbustos se muestra en el Anexo IV.

Cuando los arbustos se encuentran agrupados formando setos (Figura 11), será necesario medir la longitud, ancho y altura de éstos y se registrarán las características ya mencionadas (especies que conforman el seto, condición sanitaria y ubicación con respecto al árbol inventariado más cercano). En la columna de observaciones se recomienda anotar su calidad visual o aspecto, como puede ser el caso de que esté fragmentado, mezclado con individuos de porte arbóreo o algún problema sanitario. Merecen especial atención los setos conformados por especies arbóreas (situación algo común en las áreas verdes urbanas), que al no recibir el mantenimiento adecuado en tiempo y forma presentan árboles de tamaño considerable de manera consistente, que obliga a definir el tratamiento adecuado para solucionar ese problema (aclareo, remoción o poda).

En el caso de las jardineras se seguirá un procedimiento similar, pues se anotará su longitud, ancho y las especies que se encuentran en la misma, así como su aspecto (Figura 12). El formato que se utiliza para el registro de setos y jardineras se muestra en el Anexo V.



Figura 10.- Los arbustos suelen ser frecuentes en las áreas verdes urbanas de México.



Figura 11.- Ejemplo de arbustos formando setos en áreas verdes urbanas.



Figura 12.- Jardinera perimetral que delimita un andador en un área verde urbana.

## Registro de tocones

Se denomina tocón a la parte inferior del tronco de un árbol unido a la raíz, que queda en el suelo cuando ha sido derribado (Figura 13). En los procedimientos de saneamiento es recomendable su extracción con el fin de mejorar la imagen del área verde, pues si bien su degradación es parte de un ciclo natural que puede tardar muchos años, los usuarios y visitantes de las áreas verdes pueden asociar estas estructuras a una falta de mantenimiento. El retiro de tocones es particularmente importante cuando se efectúa el derribo de árboles vivos de tipo latifoliado, generalmente por alto riesgo, afectación de infraestructura o inmuebles en el área verde, declinantes severos, suprimidos o por afectación severa de alguna plaga o enfermedad, que al no estar muertos tendrán la posibilidad de rebrotar a partir de los tocones (Figura 14).

Es muy importante considerar que los árboles provenientes de tocones no suelen presentar un anclaje adecuado al suelo y en caso de que se presenten múltiples tallos se afectará la distribución del follaje entre los mismos y por ende el balance de las copas; además del sobrepeso que implicará esta situación. Aunado a lo anterior, hay que considerar que una parte del tocón puede estar muerto y por lo mismo en un estado de pudrición, lo cual puede facilitar la entrada de patógenos a la parte viva de las raíces y a la zona basal del tronco del nuevo individuo que se esté desarrollando, lo que provocará su deterioro (Figura 15).





Figura 13.- Ejemplo de un tocón que puede ser encontrado en un área verde urbana.

Lo referido anteriormente evidencia que las características de los árboles provenientes de tocones ocasionan que en un mediano plazo dichos individuos arbóreos se conviertan en árboles de alto riesgo ya que serán más susceptibles a caer, por lo cual su longevidad será menor y provocará que se desperdicie el sitio de plantación ya que no se estableció el árbol adecuado.



Figura 14.- Tocón con rebrote múltiple en un área verde urbana.

Es recomendable que en el desarrollo del inventario estas estructuras se registren en cada zona o subzona, se clasifiquen de acuerdo a su diámetro (Cuadro 10) y si llegan a presentar rebrotes anotar tal condición. Para la ubicación de los tocones se recomienda registrar el árbol inventariado más cercano y utilizar el formato que se presenta en el Anexo VI.





Figura 15.- Tocón que presenta zonas muertas y que afectará el desarrollo de la nueva planta (rebrote) en un área verde urbana.

Cuadro 10.- Categorías de diámetro para contabilizar tocones en áreas verdes urbanas.

---

<b>Clave</b>	<b>Categoría de diámetro</b>
1	Hasta 24 cm
2	Entre 24.1 y 47.7 cm
3	Entre 47.8 y 79.6 cm
4	Entre 79.7 y 111.4 cm
5	Mayores a 111.5 cm

---

Cabe mencionar que en caso de que los tocones presenten algún rebrote con un diámetro normal mayor a 5 cm, se deberá considerar como un individuo arbóreo que formará parte del inventario, por lo cual se numerarán, medirán y evaluarán considerando su situación, viabilidad, ubicación, rectitud y vigor, como factores para determinar su posible derribo o en caso de que puedan permanecer en el sitio, definir las recomendaciones de mantenimiento pertinentes considerando los comentarios expresados anteriormente. En el caso de rebrotes múltiples mayores de 5 cm provenientes del mismo tocón, se considerará como un individuo multitronco y solo se asignará un número, pero se deberá anotar en las observaciones esta situación.

---

---

## **CARACTERIZACIÓN DE ÁREAS VERDES URBANAS**

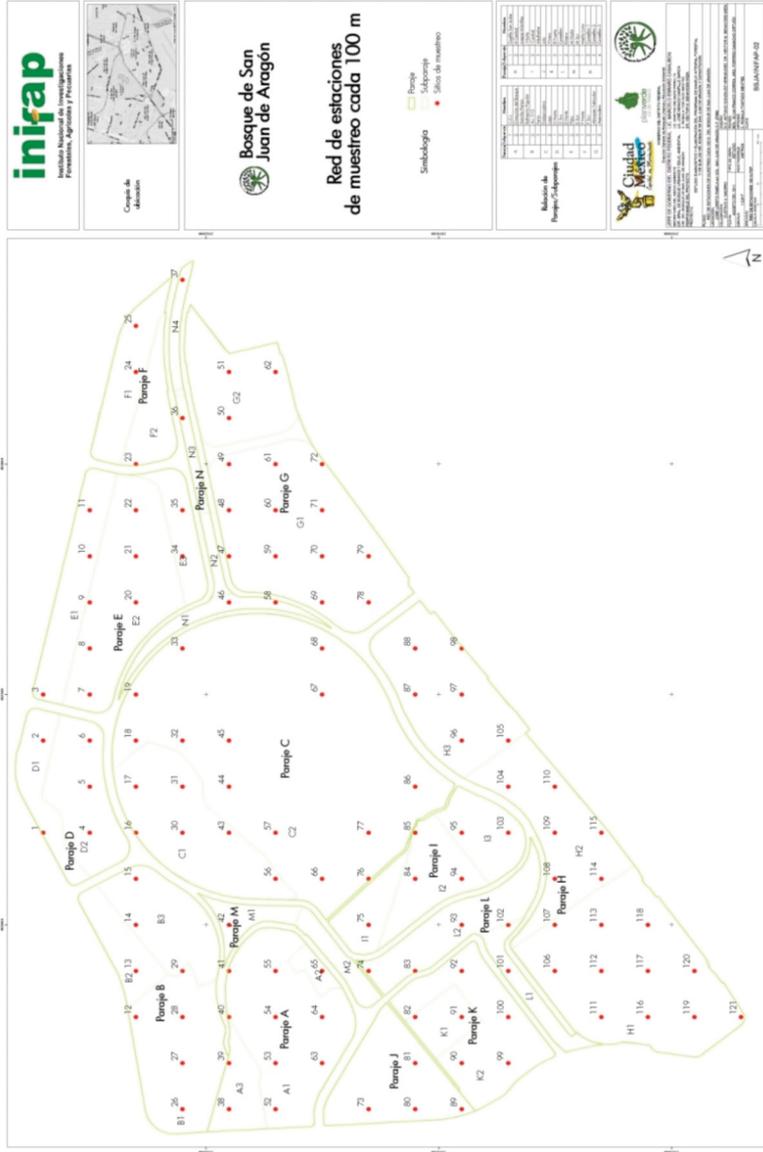
Las condiciones del área verde urbana no pueden ser determinadas solamente con el inventario de su arbolado, por lo cual es necesario complementar esta información mediante la realización de un diagnóstico y caracterización a través de un procedimiento de muestreo confiable, replicable en el tiempo y comparable con respecto a otras áreas verdes; es decir, sustentado en criterios que puedan ser aplicados preferentemente por profesionistas con conocimientos de arboricultura y dasonomía urbanas, para que los resultados obtenidos tengan una mayor certeza y confiabilidad.

En las estaciones se realizan varias observaciones de tipo cuantitativo y cualitativo, que aunado a la información registrada en el inventario y las características dendrométricas permitirán definir las acciones de mantenimiento necesarias, y en caso de que se genere un programa de manejo para el área verde, serán la base para ubicar las zonas de manejo que se determinen.

### **Estaciones de muestreo**

Las estaciones de muestreo se ubicarán de manera sistemática a una distancia de 100 m una de otra, formando una malla o red de puntos distribuidos de manera ortogonal. Se deberán numerar de manera consecutiva, de acuerdo a la distribución lineal que se forme en el área verde bajo diagnóstico (Figura 16).

Las estaciones pueden ser seleccionadas con la ayuda de imágenes georreferidas, las cuales se ubican a partir de una red de puntos generados al azar. No obstante lo anterior, en caso de que no se cuente con este tipo



---

---

de archivos digitales ni software, se recomienda que se utilicen imágenes disponibles en la internet y con ayuda de éstas se ubique la primera estación a partir de una de las esquinas del área verde. Desde la esquina seleccionada, justo a la mitad de los vértices que formen el ángulo de la misma, se medirá un eje de 15 m, cuyo extremo interior será el centro de la primera estación de muestreo y servirá asimismo como el punto base para trazar los ejes para la ubicación del resto de las estaciones (a cada 100 m), en estricto ángulo recto en las direcciones pertinentes.

Es recomendable ubicar la estación con un geoposicionador que sea lo más preciso posible, con lo cual se facilitará su localización posterior, particularmente cuando sea necesario regresar a la misma después de varios años; además de evitar confusiones en el registro y manejo de los datos.

Después de llevar a cabo la localización de la estación se seleccionará el árbol más cercano al punto, el cual será utilizado como referencia central a partir del cual se trazarán, con ayuda de una cinta métrica, un radio de 12.61 m de longitud, lo que permitirá obtener una superficie de muestreo de 500 m<sup>2</sup> (Figura 17). Las mediciones y evaluaciones que se realizan en cada estación se describen a continuación y para recabar la información se utiliza el formato que se presenta en el Anexo VII.

### **Mediciones dendrométricas**

Existe poca información sobre las características dendrométricas y por ende la condición dasométrica del arbolado en las áreas verdes urbanas, por lo cual su generación será de gran ayuda para orientar las actividades de reforestación y manejo de las masas arboladas en el futuro, con el fin de

mantener de manera adecuada su densidad. Las mediciones que se hacen en la estación de muestreo facilitan el análisis de los datos en el área verde bajo diagnóstico y la comparación de la información con otras áreas verdes, ya que se tiene un parámetro de referencia.

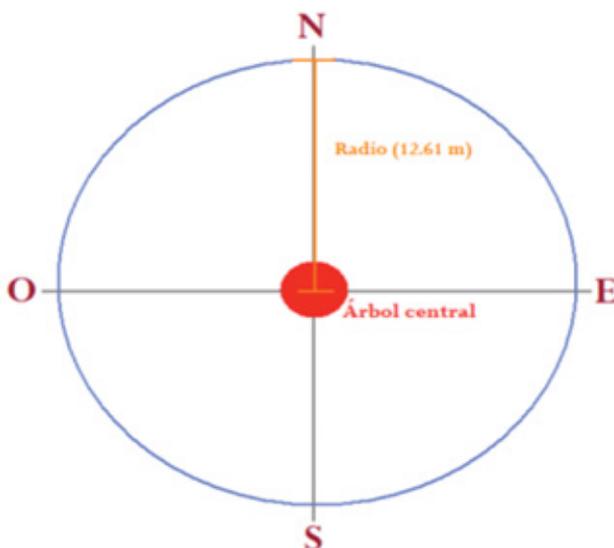


Figura 17. Esquema del sitio de muestreo de 500 m<sup>2</sup>

Entre las principales características que deben ser determinadas se encuentra la densidad del arbolado por medio del área basal y la cobertura de copa, así como la distancia promedio entre individuos, variables que serán de gran utilidad para determinar los requerimientos de reforestación.

---

---

Para llevar a cabo las mediciones anteriores es conveniente que se cuente previamente con los datos del inventario, por lo que en las estaciones solo se requerirá determinar cuáles son los árboles inventariados que se ubican en el interior del círculo que corresponde al sitio de muestreo, con lo cual ya se contará con la información básica (diámetros de tronco y cobertura de copa). Con dicha información se procederá en gabinete a calcular el área basal y cobertura de copa en cada estación de muestreo, de acuerdo con el procedimiento que describen Benavides y Young (2012), que permite determinar la densidad del arbolado en la estación y por extensión del área verde que corresponda.

Para realizar la medición de la distancia entre árboles es conveniente que se utilice el árbol central como referencia, a partir del cual se mida con una cinta métrica la longitud entre los árboles que se encuentran en la estación. Una forma más precisa pero más laboriosa es la medición entre cada uno de los árboles que se ubiquen en la estación, es decir el individuo 1 contra todos, el 2 contra todos y así sucesivamente.

Con base en la información recabada es posible conocer la respuesta del arbolado ante las condiciones de competencia por luz solar, agua y nutrientes del suelo, lo cual es de gran importancia pues influye en el crecimiento y estructura de los árboles. La forma en que se categoriza la densidad se presenta en el Cuadro 11 y el formato que se utiliza en campo para el registro de esta variable se muestra en el Anexo VIII.



Cuadro 11.- Categorías y criterios para la determinación de la densidad promedio entre individuos arbóreos en áreas verdes urbanas.

---

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
Excesiva	Menor a 4 m
Normal	Entre 4 y 8 m
Rala	Mayor a 8 m y se presentan grandes claros

---

### **Muestreo fitosanitario**

La condición sanitaria del arbolado en las áreas verdes urbanas es un aspecto de gran trascendencia, por lo cual se recomienda que se lleve a cabo una revisión detallada de esta situación y se determine la intensidad de la afectación (Figura 18). Para esto, puede resultar de gran utilidad la revisión de los árboles que se ubiquen en la estación, con base en la presencia o evidencia del ataque de plagas, plantas parásitas (muérdago) ó la afectación por patógenos y si es necesario, se capturen especímenes o se tomen muestras para su posterior cultivo o estudio en algún laboratorio especializado que brinde este servicio, como puede ser el INIFAP.



Figura 18.- Ejemplares de eucalipto con infestación de conchuela en un área verde urbana.

De manera adicional es recomendable que se efectúe la revisión del efecto deletéreo ocasionado por factores abióticos, entre los que se encuentran sequías, heladas y contaminación atmosférica; así como la gravedad de heridas y daños provocados por acciones de tipo vandálico (ramas desgajadas o trozadas); golpes de vehículos o maquinaria, herramientas y otros equipos. También se registrarán las condiciones, características o situaciones que sean consideradas relevantes para complementar la información relacionada con la sanidad de los individuos.

Cabe destacar que estas observaciones complementan la evaluación sanitaria de la copa y del tronco realizada durante el inventario del arbolado, empero su determinación y registro es categórico (ver cuadros 5 y 6). En relación con lo anterior, es muy recomendable solicitar a las brigadas que realicen el inventario que registren en la columna de observaciones que se encuentra en el formato de captura de datos en campo, los tipos de plagas o enfermedades que detecten y en la medida de lo posible, es conveniente que se regrese a esos árboles registrados en el inventario y se tomen muestras para su análisis en laboratorio por especialistas.

### **Compactación del suelo**

La evaluación de este factor ambiental es de gran trascendencia pues ocasiona la pérdida de la porosidad en el suelo y en consecuencia la disminución de la difusión de oxígeno y la infiltración de agua, lo cual inhibe el crecimiento de las raíces de los árboles y por ende se afecta su desarrollo y sobrevivencia (Craul, 1992).

---

---

La manera más precisa para determinar esta condición edáfica es por medio de un estudio de densidad del suelo, el cual sin embargo es costoso y requiere de un muestreo cuidadoso, preferentemente realizado por personal capacitado en la obtención de las muestras. Una alternativa efectiva, poco costosa y de fácil aplicación que nos permite determinar con cierta precisión los niveles de compactación del suelo, es por medio de la utilización de una varilla graduada con un indicador de la presión que se está ejerciendo al introducirla al suelo y que genéricamente se denomina penetrómetro (Figura 19), el cual permite detectar la presencia de una capa lo suficientemente compactada que restrinja el crecimiento radical y la profundidad a la que se encuentre.

Este aparato solo se puede usar hasta una profundidad de 70 cm (estratos superficiales del suelo), la cual por lo general coincide con la zona donde se presenta una parte importante de la masa radical de los árboles y la gravedad de la condición de compactación se relaciona con la profundidad a la que se encuentre la capa compactada, lo cual se clasifica de acuerdo con los criterios que aparecen en el Cuadro 12.





Figura 19.- Detección de la posible presencia de una capa compactada en el suelo por medio de un penetrómetro.

---

---

Cuadro 12.- Categorías y criterios para determinar la compactación del suelo en áreas verdes urbanas.

---

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
Sin compactación	No detectable a más de 70 cm
Compactación ligera	Entre 40 y 70 cm de profundidad
Compactación moderada	Entre 20 y 40 cm de profundidad
Compactación severa	De 0 a 20 cm de profundidad

---

### **Distribución de los individuos**

La ubicación de los individuos en el área verde urbana responde en primera instancia al diseño o distribución de la plantación que se haya hecho en el momento de su establecimiento. Esta distribución es influida posteriormente por el efecto de múltiples factores en la sobrevivencia de los árboles como son los de tipo ambiental (heladas o sequías por ejemplo); los daños provocados por agentes u organismos bióticos (plagas y enfermedades), así como por vandalismo.



La determinación de esta característica de la masa arbolada se realiza mediante una valoración categórica (Cuadro 13), de acuerdo con la distribución que presente el arbolado en el área verde y para lo cual la estación de muestreo sirve como una referencia, ya que es recomendable que se incluya en esta valoración a los árboles que se sitúen más allá de los linderos de la estación (Figura 20).

Cuadro 13.- Categorías y criterios para determinar la distribución de los individuos arbóreos en áreas verdes urbanas.

---

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
Agregados	La distribución de los individuos es aleatoria pero en grupos, los cuales pueden estar sobreplantados y es posible que se encuentren espacios entre los mismos.
Aleatoria	Distribución que no presenta ningún orden; la localización de cada individuo es independiente de donde se encuentren los demás.
Alineado	Patrón de distribución en que los individuos se encuentran uniformemente separados entre sí, producto de una plantación definida.

---

---



Figura 20.- Tipos de distribución del arbolado en un área verde urbana: a) agregada, b) aleatoria y c) alineada.

## **Infraestructura y equipamiento**

Esta variable cualitativa se evalúa de manera similar a la anterior en cuanto a que es conveniente que las observaciones se efectúen considerando las zonas aledañas a la estación de muestreo, por lo cual esta última se convierte más bien en una referencia. El objetivo de esta valoración es determinar la condición en que se encuentren las vialidades, andadores, veredas, construcciones y equipamiento relacionado con el mantenimiento del área verde (Figura 21) y con la atención a los visitantes (baños, zona de juegos, botes de basura, etc.), (Figura 22).

## **Calidad del mantenimiento**

La realización de las actividades de mantenimiento en tiempo y forma influirán de manera trascendente en la condición del área verde urbana (cuidado otorgado a la infraestructura, zonas ajardinadas y arbolado), lo cual indudablemente puede ser valorado desde una manera subjetiva con el fin de determinar las acciones que sea necesario corregir (Figura 23). Al igual que las variables anteriores, la revisión del aspecto del lugar se realizará en las zonas aledañas a la estación de muestreo y se recomienda utilizar la escala categórica que se presenta en el Cuadro 14 para reducir en lo posible el sesgo que ocasiona la valoración subjetiva.





Figura 21.- Es necesario determinar las condiciones en que se encuentre la infraestructura de las áreas verdes urbanas durante la realización de su diagnóstico y caracterización.



Figura 22.- En el diagnóstico y caracterización de las áreas verdes urbanas se requiere determinar el tipo y condición del equipo utilizado para su mantenimiento.



Figura 23.- El mantenimiento de todos los componentes del área verde urbana influye en el aspecto y condición de la misma, por lo que es necesaria su evaluación al momento de realizar su diagnóstico y caracterización.

Cuadro 14.- Categorías y criterios para la determinación del mantenimiento de la infraestructura, aspecto del área verde urbana, así como de su arbolado.

Categoría	Descripción
Buena	Las condiciones de todos los componentes del área verde se observan en buen estado, por lo que es posible inferir que se les ha dado el mantenimiento adecuado.
Regular	Las condiciones de algunos o de la totalidad de los componentes del área verde no se observan en forma adecuada, por lo que es posible inferir que el mantenimiento no se practica con la regularidad o forma requerida.
Mala	Casi ningún componente del área verde se encuentra en buenas condiciones, por lo que es posible inferir que el mantenimiento ha sido poco frecuente en los últimos años.
Pésima	Ningún componente del área verde se encuentra en buenas condiciones, por lo que es posible inferir que el mantenimiento ha sido nulo en los últimos años.

---

---

## Aspecto y calidad visual

La condición de un área verde urbana estará estrechamente influenciada por las actividades de mantenimiento que se lleven a cabo en la misma, por lo que la revisión del aspecto del lugar debe estar estrechamente relacionada con la forma en que se calificó aquella. No obstante lo anterior, la valoración de esta variable es más específica, pues considera la calidad estética del lugar y su revisión incluye las zonas aledañas inmediatas a la estación de muestreo, por lo que nuevamente la misma se convierte en una referencia de un sitio específico de muestreo. Para la categorización de esta variable cualitativa se deberá considerar lo agradable que resulte el lugar, tomando como un criterio el hecho de que el evaluador se sienta a gusto o a disgusto en el lugar e incluso, que se sienta atraído a regresar al mismo. Influye en la evaluación el impacto que hayan ocasionado las actividades de recreación y el mantenimiento otorgado al sitio para contrarrestar dichas actividades. Las categorías y su descripción se presentan en el Cuadro 15 y se ilustran en la Figura 24.



Cuadro 15.- Categorías y criterios para la determinación del aspecto y calidad visual en las estaciones de muestreo y zonas aledañas.

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
Buena	El sitio propicia la visita de los usuarios pues encuentran en el lugar un sitio que permite su relajamiento, tranquilidad y comodidad.
Regular	El sitio propicia cierto descontento, intranquilidad o incomodidad a los usuarios, lo que induce un número menor de visitas al lugar o que éstas sean por un corto período de tiempo, pues el sitio no facilita el relajamiento de los visitantes.
Mala	El sitio provoca intranquilidad o incomodidad a los usuarios, ya que impide el relajamiento de los mismos.
Pésima	El sitio no propicia la visita de los usuarios, en virtud de que les causa mucho descontento.

### **Requerimientos de reforestación**

Para determinar con mayor precisión esta condición es necesario contar con los datos dasométricos de la estación, aunado a que se deberá observar la apertura entre los árboles en las zonas aledañas a la misma. En caso de que se deriven actividades de saneamiento en la zona, particularmente derribos, será conveniente incorporar en esta evaluación dicha situación.



Figura 24.- El aspecto y la calidad visual de los sitios es conveniente que se evalúe durante el diagnóstico y caracterización de las áreas verdes urbanas.

Con base en lo anterior, es evidente que el establecimiento de nuevos individuos estará directamente asociado con la densidad de la masa arbolada y con el fin de orientar la toma de decisiones en este aspecto, en el Cuadro 16 se presentan los criterios que se utilizan para evaluar dichos requerimientos. Cabe mencionar que en la resolución que se tome se podrá considerar la posibilidad de utilizar especies arbustivas como una alternativa.

Cuadro 16.- Categorías y criterios para determinar los requerimientos de reforestación en áreas verdes urbanas.

Categoría	Descripción
Alta	Se presentan grandes claros en el área (mayores a 10 m de ancho)
Media	Se presentan claros en el área entre 6 y 10 m de ancho
Baja	Se presentan pocos claros en el área entre 4 y 6 m de ancho
Nula	No se requiere reforestación pues no se presentan claros y el espacio entre árboles es de 4 m ó menos



---

---

## Prioridad de reforestación

Una vez que se ha definido si procede la reforestación en el sitio, es necesario determinar la prioridad con la que se debe llevar a cabo dicha actividad, en función de las condiciones ambientales del lugar y de la cubierta arbórea existente. Con el fin de orientar a los usuarios de la presente metodología, en el Cuadro 17 se presenta una descripción de las condiciones que permitirían asignar la prioridad respectiva.

Cuadro 17.- Categorías y criterios para determinar la prioridad para la reforestación en áreas verdes urbanas.

Categoría	Descripción
Alta	Prioridad a corto plazo pues la masa arbolada está muy abierta, deteriorada, sin vigor, suelos propensos a erosión y/o presencia de visitantes que requieran de mejores condiciones de confort.
Media	Prioridad a mediano plazo ya que la masa arbolada está relativamente abierta, con una declinación regular a moderada, algo deteriorada, suelos con algunos problemas de erosión y necesidad de mejorar las condiciones para los visitantes.
Baja	Prioridad a largo plazo debido a que la masa arbolada está relativamente cerrada, con una declinación incipiente, poco deteriorada, suelos con pocos o nulos problemas de erosión.



## Muestreo de suelos

En adición a la determinación de la compactación del suelo, el cual es un factor ambiental de gran impacto en el desarrollo del arbolado (véase Cuadro 12), es conveniente y fundamental que los responsables de las áreas verdes urbanas conozcan las condiciones y características físicas y químicas de los suelos de dichos lugares, con el fin de complementar el diagnóstico con la mayor exactitud posible. En caso de que el usuario de la presente metodología no esté familiarizado con esta temática, se sugiere consulte entre otros trabajos los publicados por Ortiz y Ortiz (1990), Vázquez (1997) y Rodríguez y Rodríguez (2002).

El muestreo de suelos es recomendable que se lleve a cabo utilizando la retícula de estaciones y en función de los recursos disponibles se haga lo más intensivo posible. El número de estaciones que se seleccionen deberá ser al azar; sin embargo es conveniente que se muestreé el mayor número posible de lugares, ya que los suelos en las áreas verdes suelen presentar una gran variabilidad, en gran parte porque son suelos antrópicos transportados de diversos lugares (Craul, 1992).

En caso de que por cuestiones económicas se tenga que limitar esta parte del estudio, será recomendable que se escojan al azar por lo menos de un 20 a un 30% de las estaciones, o en forma sistemática se seleccione un porcentaje similar para tener una representatividad de toda el área verde.

---

---

Obtención de muestras.- Se deberá seguir el procedimiento tradicional de muestreo de suelos en cuanto a la profundidad a la que se obtienen las muestras (0-30 cm y 30-60 cm); es decir dos muestras por estación, las cuales se conjuntarán de manera cuarteada con el material que se obtenga de cuatro cepas ubicadas hacia los diferentes puntos cardinales en el lindero de la estación, a la profundidad mencionada. El material de cada profundidad se mezclará y el peso de cada muestra cuarteada será de alrededor de un kilogramo (aproximadamente 250 gr de cada nivel de profundidad por cepa), (figuras 25 y 26).

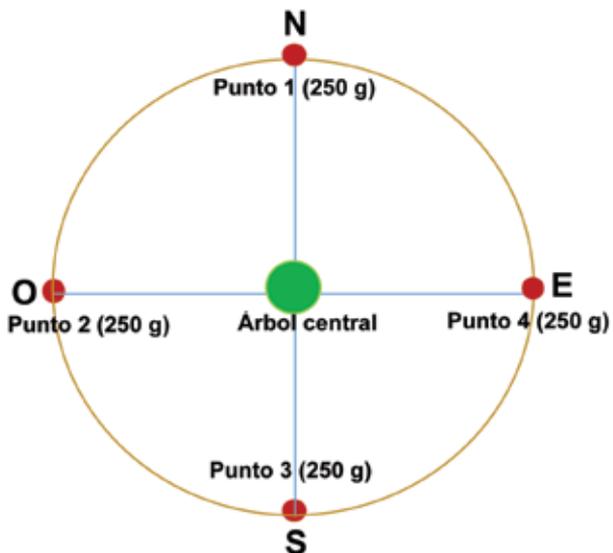


Figura 25.- Puntos para la obtención de muestras de suelo en las estaciones de muestreo.



Figura 26.- Preparación de las muestras de suelo de manera cuarteada en cada estación de muestreo.

---

---

Análisis.- Las muestras de suelo deberán ser enviadas a un laboratorio que preste el servicio de análisis e interpretación, para que se determinen las propiedades físicas y químicas que proporcionen los resultados y recomendaciones pertinentes. Es conveniente que se solicite por lo menos la textura mediante el método de hidrómetro de Bouyoucos, pH, porcentaje de materia orgánica, conductividad eléctrica, mg/kg de nitrógeno inorgánico, fósforo asimilable, potasio intercambiable, calcio intercambiable, magnesio intercambiable, hierro, cobre, zinc, manganeso y boro. En caso de contar con recursos será conveniente solicitar la curva de retención de humedad en algunas de las muestras.

### **Muestreo de follaje**

Este procedimiento se realiza con el fin de determinar la condición nutrimental del arbolado y las muestras de follaje se deben colectar en la misma estación donde se llevó a cabo el muestreo de suelo. La especie colectada debe ser la más frecuente en la estación y preferentemente debe colectarse en todas las estaciones en que se muestreé.

Las muestras de follaje se conjuntan también de forma cuarteada y las hojas deben ser maduras, provenientes de por lo menos cuatro árboles de la misma especie, ubicados en la estación o en su inmediata cercanía y el follaje debe obtenerse entre los tres y cuatro metros de altura, con ayuda de una escalera y una podadora telescópica (Figura 27).

Las muestras se deberán mandar de preferencia al mismo laboratorio y se recomienda que se soliciten las determinaciones de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc, manganeso y boro, entre otras.



Figura 27.- Obtención de muestras de follaje de la especie arbórea más frecuente en la estación de muestreo.

---

---

## COMPARACIÓN DE RESULTADOS

La disponibilidad de información relacionada con el diagnóstico de áreas verdes e inventario de su arbolado es limitada, sin embargo el usuario de la presente metodología puede consultar los trabajos generados por el INIFAP llevados a cabo en la Primera y Segunda Secciones del Bosque de Chapultepec (INIFAP-DBCh, 2009; INIFAP, 2012a); así como la información generada para el Bosque de San Juan de Aragón (INIFAP-DBSJA, 2012) y de otras áreas verdes urbanas de menor tamaño que han sido estudiadas con la presente metodología, como son la Alameda Central, Parque Lázaro Cárdenas, Parque de la Bombilla, Parque de la Amistad y Plaza Tlaxcoaque (INIFAP, 2012b; INIFAP, 2012c; INIFAP, 2013), cuyos resultados pueden solicitarse a la oficina de Dasonomía Urbana al teléfono, dirección postal o correo electrónico que aparecen en el interior de la contraportada (tercera de forros).

## EPÍLOGO

Un paso necesario para mejorar las condiciones del bosque urbano de las ciudades de México es en primera instancia, el reconocimiento de la situación que impera en cada uno de sus componentes. En este sentido, el diagnóstico y caracterización de las áreas verdes urbanas, principal componente del bosque urbano de cualquier ciudad, es un proceso complejo, en el que tienen que ser registradas, evaluadas e interpretadas múltiples variables cuantitativas y cualitativas.

Este proceso de verificación, cuando se realiza de manera adecuada, permite detectar los problemas que presentan las áreas verdes urbanas y con base en ello, definir las acciones que deben ser realizadas para conservar, proteger y mejorar esos sitios. Asimismo, es conveniente que los procedimientos que se implementen estén lo más estandarizados posible, para facilitar su aplicación por parte del personal de las dependencias operativas en todo el país o en su defecto, orientar la posible aplicación de otras metodologías diferentes a la propuesta por funcionarios o prestadores de servicios profesionales que llegaran a realizar este tipo de trabajos. No obstante lo anterior, es preferible que se siga un procedimiento similar al de la presente metodología, la cual en principio facilita la revisión de las condiciones de las áreas verdes urbanas, pues explica de manera detallada e ilustrada los criterios que se aplican en su revisión.

Finalmente, es importante destacar que esta publicación sobre la Metodología para el Diagnóstico de Áreas Verdes Urbanas e Inventario de su Arbolado, se deriva de la aplicación de los procedimientos aquí descritos mediante la realización de varios proyectos de investigación y servicio, los cuales fueron financiados por diversas dependencias de gobierno, instituciones y empresas que confiaron al INIFAP el estudio de las áreas verdes que fueron de su interés.

---

---

## REFERENCIAS

- Anderson L. M. y Cordell H. K. 1988. Influence of trees on residential property values in Athens, Georgia (USA): a survey based on actual sales prices. *Landscape and Urban Planning* 15: 153-164.
- Beckett K. P., Freer-Smith P. H. y Taylor G. 2000. Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and windspeed. *Global Change Biology* 6: 995-1003.
- Beer R. 1985. La gestion du patrimoine arbore a l' aide de l' informatique: l' exemple de Geneve. *Schweiz. Z. Forstwes* 136(12): 1013-1021.
- Benavides M. H. M. 1989. Bosque urbano: la importancia de su investigación y correcto manejo. In: Memoria del Congreso Forestal Mexicano 1989. Tomo II. Toluca, Edo. de Mex. 19 al 22 de julio de 1989. Gobierno del Estado de México y Academia Nacional de Ciencias Forestales, A. C. Estado de México, México. pp. 966-992.
- Benavides M. H. M., Ortega R. B., Medina B. M. de la P. y de la Garza L. P. 1994. Notas del curso de dasonomía urbana. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D. F. sp.
- Benavides M. H. M. y Young F. G. D. 2012. Estructura del arbolado y caracterización dasométrica de la Segunda Sección del Bosque de Chapultepec. *Madera y Bosques* 18(2): 51-71.
- Bolund P. y Hunhammar S. 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* 29: 293-301.
- Brack C. L. 2002. Pollution mitigation and carbon sequestration by an urban forest. *Environmental Pollution* 116: S195-S200.
- Christiansen E., Warning R. y Berryman A. 1987. Resistance of conifers to bark beetle attack: searching for general relationships. *Forest Ecology and Management* 22(1-2): 89-106.
- Cibrián T. D., Méndez J. T., Campos B. M. R., Yates III H. O. y Flores L. J. E. 1995. Insectos Forestales de México. Publicación No. 6. Universidad Autónoma Chapingo, Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, United States Department of Agriculture, Natural Resources of Canada y Comisión Forestal de América del Norte. Estado de México, México. 453 p.

- Cibrián T. D., Alvarado R. D. y García D. S. E. 2007. Enfermedades Forestales en México. Universidad Autónoma Chapingo, Comisión Nacional Forestal, United States Department of Agriculture, Canadian Forest Service y Comisión Forestal de América del Norte. Estado de México, México. 587 p.
- Cordell H. K. 1979. Urban forestry research. *Journal of Arboriculture* 5(4): 73-76.
- Craul P. J. 1992. *Urban soil in landscape design*. John Wiley & Sons, Inc. New York, NY, USA. 396 p.
- Chiessura A. 2004. The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning* 68: 129-138.
- Dearborn D. C. y Kark S. 2010. Motivations for conserving urban biodiversity. *Conservation Biology* 24(2): 432-440.
- Dwyer J. F., McPherson E. G., Schroeder H. W. y Rowntree R. A. 1992. Assessing the benefits and costs of the urban forest. *Journal of Arboriculture* 18(5): 227-234.
- Georgi N. J. y Zafiriadis K. 2006. The impact of park trees on microclimate in urban areas. *Urban Ecosystems* 9:195-209.
- Gidlof-Gunnarsson A. y Ohrström E. 2007. Noise and well-being in urban residential environments: the potential role of perceived availability to nearby green areas. *Landscape and Urban Planning* 83: 115-126.
- Gobierno del Distrito Federal (GDF). 2012. Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-001-RNAT-2012. Requisitos y especificaciones técnicas que deberán cumplir las personas físicas, morales de carácter público o privado, autoridades, y en general todos aquellos que realicen poda, derribo, trasplante y restitución de árboles en el Distrito Federal. *Gaceta Oficial del Distrito Federal del 17 de septiembre de 2013*. México, D. F. pp. 43-63.
- Gobierno del Distrito Federal (GDF). 2013. Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-006-RNAT-2012. Requisitos, criterios, lineamientos y especificaciones técnicas que deben cumplir las autoridades, personas físicas o morales que realicen actividades de fomento, mejoramiento y mantenimiento de áreas verdes en el Distrito Federal. *Gaceta Oficial del Distrito Federal del 14 de febrero de 2012*. México, D. F. pp. 43-63.
- Gray G. W. y Deneke F. J. 1992. *Urban Forestry*. 2nd Edition. Krieger Publishing Company. Malabar, FI, USA. 299 p.
- Harris W. R., Clark R. J. y Matheny P. N. 2004. *Arboriculture: integrated management of landscape trees, shrubs, and vines*. 4th Edition. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ, USA. 578 p.
- Hartman J. R., Pirone T. P. y Sall M. A. 2000. *Pirone's tree maintenance*. 7th Edition. Oxford University Press. New York, NY, USA. 545 p.

- 
- 
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2012a. Informe final de las actividades derivadas del proyecto “Diagnóstico y caracterización del arbolado ubicado en el Parque de la Amistad, México, D.F., para su saneamiento y rehabilitación”. Reporte de uso Interno. México, D. F. 23 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2012b. Informe final de las actividades derivadas del proyecto “Diagnóstico y caracterización del arbolado ubicado en Plaza Tlaxcoaque, México, D.F., para su saneamiento y rehabilitación”. Reporte de uso Interno. México, D. F. 20 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2012c. Informe que conjunta la información del diagnóstico fitosanitario y estructural del arbolado de la Alameda Central (diagnóstico) derivado del proyecto “Diagnóstico de la estructura del arbolado y suelos de la Alameda Central para su mejoramiento y reforestación”. Reporte de uso Interno. México, D. F. 25 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2013. Informe final del diagnóstico e inventario del arbolado del Parque Lázaro Cárdenas derivado del proyecto “Evaluación del arbolado ubicado en el Parque Lázaro Cárdenas, Delegación Cuauhtémoc, México, D.F.”. Reporte de uso Interno. México, D. F. 22 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias–Dirección del Bosque de Chapultepec (INIFAP-DBCh). 2009. Informe final de las actividades derivadas del proyecto “Diagnóstico y Caracterización de la 2a Sección e Inventario Total de su Arbolado”. México, D. F. 111 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias–Dirección del Bosque de San Juan de Aragón (INIFAP-DBSJA). 2012. Memoria del Diagnóstico y Caracterización de las condiciones de la vegetación y suelos, derivado del proyecto “Estudio Diagnóstico y Elaboración del Programa de Manejo Integral Forestal y de Suelos del Bosque de San Juan de Aragón y Capacitación”. Reporte de uso interno. México, D. F. 395 p.
- Jáuregui O. E. 1975. Microclima del Bosque de Chapultepec. Boletín del Instituto de Geografía 6: 63-72.
- Jáuregui O. E. 1991. The human climate of tropical cities: an overview. *International Journal of Biometeorology* 35: 151-160.
- Kielbaso J. J. 1990. Trends and issues in city forests. *Journal of Arboriculture* 16(3): 69-76.

- Lindsey G., Man J., Payton S. y Dickson K. 2004. Property values, recreation values, and urban greenways. *Journal of Park and Recreation Administration* 22(3): 69-90.
- McPherson E. G. 1992. Accounting for benefits and costs of urban green space. *Landscape and Urban Planning* 22: 41-51.
- McPherson E. G., Nowak D. J. y Rowntree R. 1994. Chicago's urban forest ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project. Gen. Tech. Rep. NE-186. U.S. Forest Service, United States Department of Agriculture. Newtown Square, PA, USA. 201 p.
- McPherson E. G., Nowak D., Heisler G., Grimmond S., Souch C., Grant R. y Rowntree R. 1997. Quantifying urban forest structure, function, and value: the Chicago Urban Forest Climate Project. *Urban Ecosystems* 1: 49-61.
- Miller R. W. 2007. *Urban Forestry. Planning and Managing Urban Greenspaces*. 2nd Edition. Waveland Press, Inc. Long Grove, IL, USA. 502 p.
- Mitchel R. G., Waring R. H. y Pitman G. B. 1983. Thinning lodgepole pine increases tree vigor and resistance to mountain pine beetle. *Forest Science* 29(1): 204-211.
- Mizerit T. L. H. 2006. Características del arbolado de las áreas verdes en las delegaciones Cuauhtémoc y Venustiano Carranza, D. F. Tesis Profesional, Carrera de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 77 p.
- Morales D. J. 1980. The contribution of trees to residential property value. *Journal of Arboriculture* 6(11): 305-308.
- Nowak D. J., Crane D. E. y Stevens J. C. 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening* 4: 115-123.
- Nowak D. J., Hoehn R. y Crane D. E. 2007. Oxygen production of urban trees in the United States. *Arboriculture and Urban Forestry* 33(3): 220-226.
- Ortiz V. B. y Ortiz C. A. 1990. *Edafología*. 7a Edición. Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México, México. 394 p.
- Reyes P. S. y Figueroa A. I. M. 2010. Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. *Revista de Estudios Urbano Regionales* 36(109): 89-110.
- Robinette G. O. 1972. *Plants, people and environmental quality*. United States Department of the Interior. Washington, DC, USA. 138 p.
- Rodríguez F. H. y Rodríguez A. J. 2002. *Métodos de análisis de suelos y plantas: criterios de interpretación*. Editorial Trillas. México, D.F. 196 p.
- Rojó N. I. S. 2006. Condiciones y características de las áreas verdes y su arbolado en las delegaciones Benito Juárez y Coyoacán, D.F. Tesis Profesional, Carrera de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 64 p.

- 
- 
- Rudis A. V. 1992. The multiple resource inventory decision-making process. In: Stand inventory technologies 92: Proceedings of the stand inventory technologies. An international multiple resource conference. September 13-17. Portland, OR, USA. pp. 180-192.
- Sacksteder C. J. y Gerhold H. D. 1979. A guide to urban tree inventory systems. Research Paper No. 43. School of Forest Resources, College of Agriculture, Pennsylvania State University. State College, PA, USA. 52 p.
- Schipperijn J., Bentsen P., Troelsen J., Toftager M. y Stigsdotter U. K. 2013. Associations between physical activity and characteristics of urban green space. *Urban Forestry and Urban Greening* 12: 109-116.
- Smiley E. T. y Baker F. A. 1988. Options in street tree inventories. *Journal of Arboriculture* 14(2): 36-42.
- Tate R. L. 1985. Uses of street tree inventory data. *Journal of Arboriculture* 11(7): 210-213.
- Tyrväinen L. y Miettinen A. 2000. Property prices and urban forest amenities. *Journal of Environmental Economics and Management* 39: 205-223.
- Rosso P. y Hansen E. 1998. Tree vigour and the susceptibility of Douglas fir to *Armillaria* root disease. *European Journal of Forest Pathology* 28(1): 43-52.
- Rowntree R. A. y Nowak D. J. 1991. Quantifying the role of urban forests in removing atmospheric carbon dioxide. *Journal of Arboriculture* 17(10): 269-275.
- Valladares A. R., Tejada M. A., Chung A. P. y Catalán V. N. 2012. Climatic comfort in gardens and public squares of the city of Colima. In: 28th PLEA Conference 7-9 de noviembre. Opportunities, limits & needs towards an environmentally responsible architecture. Lima, Perú. sp.
- Vázquez A. A. 1997. Guía para interpretar el análisis químico del agua y suelo. 2a Edición. Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México, México. 32 p.
- Waring R. H. 1983: Estimating forest growth and efficiency in relation to canopy leaf area. *Advances in Ecological Research* 13: 327-354.

# **ANEXOS**



## Anexo II. Listado de las especies arbóreas y arbustivas registradas en el bosque urbano de la Ciudad de México.

No. de Especie	Nombre científico	Nombre común
0	Muerto en pie	Muerto en pie
1	<i>Alnus acuminata</i> ssp. <i>arguta</i>	Alle
2	<i>Abies religiosa</i>	Oyamel
3	<i>Buddleia cordata</i> ssp. <i>cordata</i>	Tepezán
4	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina
5	<i>Celtis occidentalis</i>	Almez
6	<i>Cupressus benthamii</i>	Cedro blanco
7	<i>Cupressus lusitanica</i>	Cedro blanco
8	<i>Cupressus sempervirens</i>	Cedro panteonero
9	<i>Erythrina corallodens</i>	Colorín
10	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto rojo
11	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto alcanfor
12	<i>Ficus microcarpa</i>	Laurel de la india
13	<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno
14	<i>Grevillea robusta</i>	Grevilea
15	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda
16	<i>Ligustrum lucidum</i>	Trueno lila
17	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidambar
18	<i>Persea americana</i>	Aguacate
19	<i>Phoenix canariensis</i>	Palma canaria
20	<i>Pinus ayacahuite</i>	Ayacahuite
21	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero
22	<i>Pinus patula</i>	Pino lorón
23	<i>Pinus radiata</i>	Pino radiata
24	<i>Populus alba</i>	Alamo plateado

No. de Especie	Nombre científico	Nombre común
25	<i>Populus deltoides</i>	Chopo
26	<i>Prunus persica</i>	Durazno
27	<i>Pinus halepensis</i>	Pino halepo
28	<i>Schinus molle</i>	Pinul
29	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Pinul de Brasil
30	<i>Nerium oleander</i>	Rosa Laurel
31	<i>Senna multiglandulosa</i>	Retama de tierra caliente
32	<i>Ligustrum cornutum</i>	Trueno
33	<i>Ulmus parvifolia</i>	Olmo chino
34	<i>Acacia dealbata</i>	Acacia mimosa
35	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra
36	<i>Acacia retinodes</i>	Acacia café
37	<i>Acer negundo</i>	Ace
38	<i>Semiarundinaria fastuosa</i>	Bambú plumoso
39	<i>Crategeus mexicana</i>	Tejocote
40	<i>Eucalyptus cinerea</i>	Eucalipto óbjar
41	<i>Bougainvillea glabra</i>	Bugambilia
42	<i>Calistemon citrinus</i>	Escobillon
43	<i>Cotoneaster pannosus</i>	Cotoneaster
44	<i>Eriobotrya japonica</i>	Nispero
45	<i>Ficus carica</i>	Higo
46	<i>Ficus elastica</i>	Hule
47	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Noche buena
48	<i>Ligustrum japonicum</i>	Trueno de Japón
49	<i>Ligustrum vulgare</i>	Trueno

## Continúa Anexo II. Listado de especies...

No. de Especie	Nombre científico	Nombre común
50	<i>Pinus maximartinezii</i>	Pino azul
51	<i>Pinus michoacana</i>	Pino lacio
52	<i>Pinus montezumae</i>	Ocotle
53	<i>Platanus occidentalis</i>	Sicomoro
54	<i>Euonymus japonica</i>	Evonimo
55	<i>Salix bonplandiana</i>	Ahuejote
56	<i>Taxodium mucronatum</i>	Ahuehuate
57	<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolia
58	<i>Pyracantha coccinea</i>	Piracanto
59	<i>Yucca gigantea</i>	Yuca
60	<i>Yucca filifera</i>	Izote
61	<i>Washingtonia filifera</i>	Palma de abanico
62	<i>Prunus serotina</i> ssp. <i>capuli</i>	Capullín
63	<i>Morus nigra</i>	Mora
64	<i>Populus X canadensis</i>	Alamillo
65	<i>Nicotiana glauca</i>	Tabaquillo
66	<i>Ricinus communis</i>	Ricino, higuenilla
67	<i>Ficus berjamina</i>	Laurel florón
68	<i>Pithecaulia praecox</i>	Palo loco
69	<i>Phytolacca dioica</i>	Filolaca
70	<i>Salix paradoxa</i>	Saucillo
71	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba
72	<i>Dodonaea viscosa</i>	Chapulivite
73	<i>Eucalyptus polyanthemus</i>	Eucalypto ódjar

No. de Especie	Nombre científico	Nombre común
74	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce
75	<i>Juniperus monitcola</i>	Junipero
76	<i>Citrus</i> sp.	Cítrico
77	<i>Quercus rugosa</i>	Encino prieto
78	<i>Bauhinia aculeata</i> L. subsp. <i>grandiflora</i>	Pata de cabra
79	<i>Amelanchier laevis</i>	Amelanquier
80	<i>Thuja occidentalis</i>	Thuja
81	<i>Clethra mexicana</i>	Clethra
82	<i>Amnora cherimola</i>	Chirimoya
83	<i>Solanum cervantesii</i>	Veneno de perro
84	<i>Sabal mexicana</i>	Palma sabal
85	<i>Nyssa sylvatica</i>	Tupelo
86	<i>Eucalyptus robusta</i>	Eucalypto
87	<i>Citrus limon</i>	Limón
88	<i>Pyrus communis</i>	Pera
89	<i>Prunus cerasifera</i>	Ciruelo rojo
90	<i>Dasylirion</i> sp.	Palma sotol
91	<i>Catalpa bignonioides</i>	Catalpa
92	<i>Prunus armenica</i>	Chabacano
93	<i>Sophora japonica</i>	Acacia de japon
94	<i>Oreocanax xalapensis</i>	Garra de león
95	<i>Ipomoea murucoides</i>	Cazahuate
96	<i>Quercus excelsa</i>	Encino
97	<i>Pitiosporum tobira</i>	Clavo

## Continúa Anexo II. Listado de especies...

No. de Especie	Nombre científico	Nombre común
98	<i>Pittosporum undulatum</i>	Pittosporum
99	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	Gomero rojo
100	<i>Cupressus macrocarpa</i>	Cedro limón
101	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	Chimancapar
102	<i>Cedrus libani</i>	Cedro de libano
103	<i>Musa ensete</i>	Plátano
104	<i>Dombeya wallichii</i>	Bella aurora
105	<i>Oreopanax peltatum</i>	Oreopanax
106	<i>Opuntia sp.</i>	Nopal
107	<i>Prunus domestica</i>	Ciruelo
108	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja
109	<i>Senecio salignus</i>	Jarilla
110	<i>Bocconia frutescens</i>	Árbol de las pelucas
111	<i>Casimiroa edulis</i>	Zapote blanco
112	<i>Brugmansia X candida</i>	Floripondio
113	<i>Schefflera actinophylla</i>	Aralia
114	<i>Pinus greggii</i>	Ocotle, Pino prieto
115	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Falsa acacia
116	<i>Cocos nucifera</i>	Palma cocotera
117	<i>Agave sp.</i>	Agave
118	<i>Bursera sempervirens</i>	Arayán
119	<i>Jasminum sp.</i>	Jazmín
120	<i>Morus celtidifolia</i>	Mora
121	<i>Viburnum tinus</i>	Duraznillo
122	<i>Cactus sp.</i>	Cactus

No. de Especie	Nombre científico	Nombre común
123	<i>Lagerstroemia indica</i>	Astronómica
124	<i>Rosa sp.</i>	Rosa
125	<i>Rhododendron sp.</i>	Azalea
126	<i>Schefflera arboricola</i>	Aralia arboricola
127	<i>Tsuga sp.</i>	Tsuga
128	<i>Cryptomeria japonica</i>	Criptomeria
129	<i>Tamarix aphylla</i>	Tamarix
130	<i>Melia azedarach</i>	Paraiso
131	<i>Euphorbia sp.</i>	Mi puntas
132	<i>Araucaria heterophylla</i>	Araucaria
133	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Tulipán
134	<i>Acacia farnesiana</i>	Hurzache
135	<i>Punica granatum</i>	Granada
136	<i>Acacia saligna</i>	Mimosa
137	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	Abeto chino
138	<i>Populus tremuloides</i>	Alamo temblón
139	<i>Dracaena deremensis</i>	Dracena
140	<i>Senna didymobotrya</i>	Retama africana
141	<i>Acacia salffneri</i>	Hurzache chino
142	<i>Abutilon sp.</i>	Abutilón
143	<i>Cestrum sp. (nocturnum)</i>	Huele de noche
144	<i>Sambucus sp.</i>	Sauco
145	<i>Baccharis conferta</i>	Escobilla
146	<i>Yucca sp.</i>	Yucca
147	<i>Leucaena leucocephala</i>	Huaje

## Continúa Anexo II. Listado de especies...

 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Acuáticas y Pesqueras		Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales			
No. de Especie	Nombre científico	Nombre común	No. de Especie	Nombre científico	Nombre común
148	<i>Melius</i> sp.	Manzana	173	<i>Maionia lomariifolia</i>	Maionia
149	<i>Cydonia oblonga</i>	Membrillo	174	<i>Ulmus americana</i>	Olmo americano
150	<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto	175	<i>Fraxinus velutina</i>	Fresno Arizona
151	<i>Cordia</i> sp.	Anacahuila	176	<i>Craetagus</i> sp.	Craetagus
152	<i>Prosopis</i> sp.	Mezquite	177	<i>Thuja</i> sp.	Thuja
153	<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón	178	<i>Acacia baileyana</i>	Acacia azul
154	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Pingüica	179	<i>Acacia angustissima</i>	Timbre
155	<i>Pinus</i> sp.	Pino	180	<i>Quercus laurina</i>	Encino blanco
156	<i>Arundo</i> sp.	Carrizo	181	<i>Araucaria araucana</i>	Araucana
157	<i>Annona muricata</i>	Guayabana	182	<i>Flumeria rubra</i>	Flor de mayo
158	<i>Dracaena</i> sp.	Dracena	183	<i>Fraxinus excelsior</i>	Fresno europeo
159	<i>Buddleia paniculata</i>	Palo solo	184	<i>Albizia occidentalis</i>	Palo blanco
160	<i>Yucca faxoniana</i>	Yuca	185	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba
161	<i>Acacia</i> sp.	Acacia	186	<i>Allianthus altissima</i>	Arbol del cielo
162	<i>Aralia</i> sp.	Aralia	187	<i>Bursera fagaroides</i>	Palo xirote
163	<i>Phytolacca</i> sp.	Fitolaca	188	<i>Pinus brutia</i>	Pino algarro
164	<i>Phoenix dactylifera</i>	Palma datilera	189	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madrño
165	<i>Juglans</i> sp.	Nogal	190	<i>Brongnaria intermedia</i>	Jaboncillo
166	<i>Mecura pomifera</i>	Naranja de Luisiana	191	<i>Thevetia thevetioides</i>	Codo de fraile
167	<i>Washingtonia robusta</i>	Palma washingtonia	192	<i>Helocarpus reticulatus</i>	Cicua
168	<i>Camellia japonica</i>	Camelia	193	<i>Baccharis</i> sp.	Romenillo
169	<i>Quercus castanea</i>	Castaño	194	<i>Quercus</i> sp.	Encino
170	<i>Bauhinia variegata</i>	Arbol de las orquídeas	195	<i>Prunus cerasifera</i>	Cerezo
171	<i>Cupressus</i> sp.	Cedro	196	<i>Ehretia anacua</i>	Capulín blanco
172	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	197	<i>Rhus pachyrrhachis</i>	Lanrisco

## Continúa Anexo II. Listado de especies...



Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales

No. de Especie	Nombre científico	Nombre común
198	<i>Lysionna microphyllum</i>	Tepehuaje, huaje
199	<i>Carica papaya</i>	Papaya
200	<i>Cercis canadensis</i>	Cercis, Arbol del amor
201	<i>Salix mexicana</i>	Sauce
202	<i>Quercus crassipes</i>	Encino capulcillo
203	<i>Fouquieria sp.</i>	Ocotillo
204	<i>Pachycereus marginatus</i>	Órgano
205	<i>Agave atrovirens</i>	Maguey
206	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro rojo
207	<i>Citrus X aurantifolia</i>	Lima
208	<i>Acacia sellowiana</i>	Guayabo de Brasil
209	<i>Oreopanax geminatus</i>	Oreopanax
210	<i>Acaciella angustissima</i>	Timbre
211	<i>Dasylinon wheeleri</i>	Cortadillo
212	<i>Oreopanax capitatus</i>	Caballera de palo
213	<i>Cycas revoluta</i>	Palma sagú
214	<i>Lantana camara</i>	Lantana
215	<i>Phyllostachys aureus</i>	Bambú
216	<i>Solanum jasminoides</i>	Velo de Novia
217	<i>Picea pungens</i>	Picea azul
218	<i>Quercus candicans</i>	Encino aguacatillo
219	<i>Pseudebittaya sp.</i>	Abelo
220	<i>Mimosa aculeatocarpa</i>	Mimosa
221	<i>Litchi chinensis</i>	Litchi
222	<i>Mangifera indica</i>	Mango

No. de Especie	Nombre científico	Nombre común
223	<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino lacio
224	<i>Amelanchier dentuculata</i>	Duraznillo
225	<i>Lysiloma divaricata</i>	Maufo
226	<i>Quercus macrocarpa</i>	Encino bur
227	<i>Tibouchina urvilleana</i>	Tibouchina, planta de la gloria
228	<i>Duranta erecta</i>	Duranta
229	<i>Myrsine coriacea</i>	Escollin
230	<i>Cytisus sp</i>	Relama
231	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Arbol de papa
232	<i>Cortaderia selbiana</i>	Pasto de las Pampas
233	<i>Ficus benjamina var. comosa</i>	Ficus
234	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	Sangre de Libano
235	<i>Ficus lyrata</i>	Almendro
236	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Coco plumosa
237	<i>Pandanus utilis</i>	Pandano
238	<i>Philodendron bipinnatifidum</i>	Filodendron
239	<i>Erythrina crista-galli</i>	Cresta de gallo
240	<i>Beaucarnea recurvata</i>	Pata de elefante
241	<i>Eugenia myrtifolia</i>	Cereza australiana
242	<i>Phoenix roebelenii</i>	Palma datilera pigmea
243	<i>Senecio salignus</i>	Asomiate amarillo
244	<i>Gleditsia triacanthos var. inermis</i>	Acacia de las tres espinas
245	<i>Quercus suber</i>	Alcornoque
246	<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina
247	<i>Ficus benjamina cv. variegata</i>	Laurel llorón variegado











**Anexo VII. Formato para el registro de información derivada de la evaluación de las áreas verdes (estación de muestreo).**

 <small>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias</small>		<small>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales</small>	
<b>ESTACIÓN DE MUESTREO</b>			
Ubicación: _____			
Zona: _____			
Brigada: _____		Fecha: _____	
Nº Punto: _____	Coordenadas UTM: X _____ Y _____		
Pendiente: _____	Exposición: _____		
Nivel de compactación: N _____ E _____ S _____ O _____			
Distribución del arbolado: N _____ E _____ S _____ O _____			
Apertura del dosel: N _____ E _____ S _____ O _____			
Infraestructura existente: _____			
Calidad del mantenimiento: N _____ E _____ S _____ O _____			
Aspecto y calidad visual: _____			
Requerimientos de reforestación: _____			
Prioridad de reforestación: _____			
Observaciones: _____			
_____			
_____			



Elaboración de originales:

Graphx, S.A. de C.V. Tacuba 40-205,  
Col. Centro Histórico. México, D.F. C.P. 06010.

Formación e Impresión:

Graphx, S.A. de C.V. Tacuba 40-205,  
Col. Centro Histórico. México, D.F. C.P. 06010.

Encuadernación y Terminado:

Graphx, S.A. de C.V. Tacuba 40-205,  
Col. Centro Histórico. México, D.F. C.P. 06010.

México, D.F.

Septiembre 2015

Su tiraje fue de 1000 ejemplares



**COMITÉ EDITORIAL DEL CENID-COMEF**

**Dr. Rogelio Flores Velázquez**  
Presidente

**Dr. Tomás Hernández Tejeda**  
Secretario Técnico

**Dra. Florencia Tiberia Aucan García Campusano**  
**Dra. Cecilia Nieto de Pascual Pola**  
**M.C. Marisela C. Zamora Martínez**  
Vocales

Toda correspondencia relacionada con esta publicación favor de dirigirla a:

**Dr. Héctor Mario Benavides Meza**  
Av. Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina, Delegación Coyoacán  
C.P. 04010 México D. F.  
Correo-e: [benavides.hector@inifap.gob.mx](mailto:benavides.hector@inifap.gob.mx)  
Teléfono (01 55) 3626-8700, ext. 504 y 508



CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DISCIPLINARIA EN CONSERVACIÓN  
Y MEJORAMIENTO DE ECOSISTEMAS FORESTALES