



Servicio Forestal
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE EE.UU.

Estación de Investigación del Norte | Informe Técnico General NRS-194-ES | Abril de 2024

Monitoreo de árboles urbanos: una guía de campo



Resumen

Este reporte proporciona los protocolos detallados para la recolección de datos durante el monitoreo de árboles urbanos. Específicamente, aborda las variables principales necesarias para los proyectos de monitoreo en campo, incluyendo la identificación de las brigadas de campo, el nivel de experiencia de las brigadas de campo, el registro del identificador del árbol, la ubicación, el tipo de sitio, el uso del suelo, la especie, el estado de mortalidad, la vitalidad de la copa y el diámetro del tronco. El propósito de esta Guía de campo es servir a los gestores de los bosques urbanos e investigadores que recaban datos de campo longitudinales sobre árboles urbanos, así como a practicantes y ciudadanos científicos. Esta guía acompaña al documento *Monitoreo de árboles urbanos: una guía de recursos*.

Foto de portada

Árboles en Rittenhouse Square, Philadelphia, PA. Autora L.A. Roman, USDA Forest Service.

El uso de nombres comerciales o de despachos en esta publicación es para información de los lectores y no constituye la aprobación del Departamento de Agricultura de los EE. UU. de producto o servicio alguno.

El manuscrito se recibió para su publicación en inglés en noviembre del 2019.

Publicado por:	Para solicitar copias adicionales, comunicarse a:
USDA FOREST SERVICE	USDA Forest Service
ONE GIFFORD PINCHOT DRIVE	Publications Distribution
MADISON, WI 53726	359 Main Road
	Delaware, OH 43015
Abril de 2024	Fax: 740-368-0152

Consulte nuestra página en: <https://www.fs.usda.gov/research/nrs>

Autores

LARA A. ROMAN es ecóloga investigadora en la Estación de Investigación del Norte del Servicio Forestal del USDA, Estación de Campo de Filadelfia, Filadelfia, PA.

NATALIE S. van DOORN es ecóloga urbana investigadora en la Estación de Investigación del Pacífico Suroeste del Servicio Forestal del USDA en Albany, CA.

E. GREGORY McPHERSON es investigador forestal (jubilado) de la Estación de Investigación del Pacífico Suroeste del Servicio Forestal del USDA en Davis, CA.

BRYANT C. SCHARENBRUCH es profesor adjunto de ciencias del suelo en la Universidad de Wisconsin-Stevens Point y académico investigador en The Morton Arboretum.

JASON G. HENNING es investigador forestal de Davey Institute, una división de The Davey Tree Expert Company y contratista en la Estación de Campo de Filadelfia del Servicio Forestal del USDA en Filadelfia, PA.

JOHAN P.A. ÖSTBERG es investigador del Departamento de Arquitectura, Planeación y Administración del Paisaje, en la Facultad de Ciencias Agrícolas en la Universidad Sueca en Alnarp, Suecia.

LEE S. MUELLER es especialista forestal del Davey Resource Group, una división de The Davey Tree Expert Company y ex-director del programa Urban Forest Project for Friends of Grand Rapids Parks en Grand Rapids, MI.

ANDREW K. KOESER es profesor adjunto en el Centro de Educación e Investigación en la Costa del Golfo en la Universidad de Florida en Wimauma, FL.

JOHN R. MILLS es investigador forestal (jubilado) de la Estación de Investigación del Pacífico Noroeste del Servicio Forestal del USDA en Portland, OR.

RICHARD A. HALLETT es ecólogo investigador de la Estación de Investigación del Norte del Servicio Forestal del USDA, Estación de Campo Urbana en la Ciudad de Nueva York, NY.

JOHN E. SANDERS es investigador especialista del Departamento de Ciencias Ambientales, Política y Administración, Universidad de California, Berkeley, CA.

JOHN J. BATTLES es profesor del Departamento de Ciencias Ambientales, Política y Administración, Universidad de California, Berkeley, CA.

DEBORAH J. BOYER es gerente de proyecto de Azavea en Philadelphia, PA.

JASON P. FRISTENSKY es gerente de proyecto de Berger Partnership P.S. en Seattle, WA y ex-investigador adjunto con la Estación de Investigación del Norte del Servicio Forestal del USDA, Estación de Campo Filadelfia en Filadelfia, PA.

SARAH K. MINCEY es directora adjunta del Programa Integrado del Medio Ambiente en la Universidad de Indiana en Bloomington, IN.

PAULA J. PEPER es ecóloga urbana (jubilada) de la Estación de Investigación del Pacífico Suroeste del Servicio Forestal del USDA en Davis, CA.

JESS VOGT es profesor adjunto en la Universidad DePaul en Chicago, IL.

Traducción al español

Traducido por World Class Traductores, SA de CV (Eva Gorostieta Damm, Rocío Covarrubias Casillas y Maria Covarrubias Casillas)

Agradecimientos

La traducción al español se hizo con recursos de la oficina de Programas Internacionales del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), Programa de México, del Programa de Dasonomía Urbana y Comunitaria, Washington Office, y del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical.

Revisores de la traducción al español:

LARA A. ROMAN. Servicio Forestal del USDA. Estación de Investigación del Pacífico Suroeste y Estación del Noreste.

NATALIE S. van DOORN. Servicio Forestal del USDA. Estación de Investigación del Pacífico Suroeste.

FABIOLA LÓPEZ. Servicio Forestal del USDA. Programas Internacionales—Programa México.

MAIRA GAZCA. Servicio Forestal del USDA. Programas Internacionales—Programa México.

MARIA ARROYAVE. Servicio Forestal del USDA. Programas Internacionales—Programa Colombia.

MAYA QUIÑONES, Servicio Forestal del USDA. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical.

TOMÁS MARTÍNEZ. Colegio de Postgraduados—Posgrado en Ciencias Forestales.

ELVIA MELÉNDEZ-ACKERMAN. Universidad de Puerto Rico.

HUMFREDO MARCANO. Servicio Forestal del USDA. Inventario y Análisis Forestal Nacional.

FRANCISCO ESCOBEDO. Servicio Forestal del USDA. Estación de Investigación del Pacífico Suroeste.

Tabla de contenido

1. Introducción	1
2. Conjunto de datos mínimos	3
2.1 Brigadas de campo	5
2.2 Fecha de la observación	6
2.3 Registro del identificador del árbol	6
2.4 Ubicación	9
2.5 Foto del árbol	17
2.6 Tipo de sitio	19
2.7 Uso del suelo	21
2.8 Especie	24
2.9 Estado de mortalidad	26
2.10 Brotes basales	30
2.11 Vitalidad de la copa	30
2.12 Diámetro del tronco	34
2.13 Notas para revisión del supervisor	44
Agradecimientos	46
Bibliografía	47
Apéndice 1: Ficha de ayuda para recolección de datos en campo ..	49
Apéndice 2: Hoja de recolección de datos de campo	50
Apéndice 3: Equipo de campo	52

1. Introducción

La recolección de datos de árboles urbanos a largo plazo puede brindar información valiosa para los gestores de los bosques urbanos e investigadores interesados en los índices de mortalidad y crecimiento de los árboles, su desempeño en programas de plantación, los cambios en la composición de las especies, así como para identificar los árboles muertos y en decaimiento o declinación (Clark *et al.*, 1997; Dawson and Khawaja 1985; Hallett *et al.*, 2018; Hilbert *et al.*, 2019; Ko *et al.*, 2015a, 2015b; Koeser *et al.*, 2014; Martin *et al.*, 2016; Roman *et al.*, 2013, 2014a, 2014b, 2016; Vogt *et al.*, 2015). Este reporte, *Monitoreo de árboles urbanos: una guía de campo* (en lo sucesivo denominado *Guía de campo*), se diseñó como apoyo en el monitoreo repetitivo y a largo plazo de árboles individuales (es decir, recolección de datos longitudinales o datos por re-medicación) en el paisaje urbano (Roman *et al.*, 2016). En comparación con un inventario realizado una sola vez, el registro de datos longitudinales permite el análisis de cambios en el transcurso del tiempo, tales como el análisis de mortalidad y crecimiento, así como cambios en el estado de salud. Ciertos aspectos de la recolección de datos, por ejemplo, la reubicación confiable de árboles individuales, la definición clara sobre los tipos de sitios que se incluyen o excluyen de un estudio, el ser consistentes en el registro del estado de mortalidad de los árboles y realizar una re-medicación precisa del diámetro del tronco, son de gran importancia para los estudios longitudinales. Con el fin de obtener la precisión y exactitud necesarias para evaluar los cambios a largo plazo en los bosques urbanos, en el presente documento se propone el conjunto de datos mínimos: las variables principales que son necesarias para los proyectos de monitoreo, incluyendo la identificación de las brigadas de campo, el nivel de experiencia de las brigadas de campo, el registro del identificador del árbol, la ubicación, el tipo de sitio, el uso del suelo, la especie, el estado de mortalidad, la vitalidad de la copa y el diámetro del tronco. Los métodos descritos en la *Guía de campo* se enfocan primordialmente en monitorear árboles a lo largo de calles, en jardines y otras áreas que reciben mantenimiento o intervención paisajística. No se incluyen métodos para monitorear árboles en áreas boscosas o naturales dentro de las ciudades porque esas áreas requieren un enfoque diferente. Se brindan descripciones del protocolo que son accesibles para los gestores de bosques urbanos, practicantes y ciudadanos científicos, debido a que éstas son las personas que con frecuencia son responsables del monitoreo de árboles urbanos (Roman *et al.*, 2013).

El documento complementario intitulado *Monitoreo de árboles urbanos: una guía de recursos* (en lo sucesivo denominado *Guía de recursos*, van Doorn *et al.*, 2020), aporta información adicional sobre los siguientes temas:

- Metas comunes para el monitoreo de árboles urbanos
- Concordancia de los objetivos de monitoreo con los planes de recolección de datos

- Antecedentes sobre la elaboración de lineamientos de monitoreo y conexiones a otros protocolos de inventario de árboles
- Planear con anticipación la recolección y el análisis de datos
- Consideraciones de la base de datos longitudinales
- Capacitación y manejo de las brigadas de campo
- Discusión detallada sobre los componentes del conjunto de datos mínimos (en particular la vitalidad de la copa y el diámetro del tronco)
- Conjuntos de datos complementarios relacionados a la salud del árbol, sitio, manejo y los árboles que se encuentran en el entorno de las comunidades humanas.

La *Guía de recursos* también contiene más citas y vínculos a otros recursos, incluyendo referencias para identificar especies de árboles urbanos. La *Guía de campo* y la *Guía de recursos* se complementan mutuamente y para los lectores que estén diseñando un programa de monitoreo se les aconseja leer ambos. En particular, antes de realizar un estudio de monitoreo, se les aconseja a los supervisores de proyecto revisar los lineamientos sobre los métodos de ubicación de árboles en la *Guía de recursos* (sección 2.3), donde se abordan las ventajas y limitantes para diversas técnicas de ubicación. Además, para determinar cuáles árboles estarán incluidos o excluidos de un estudio en particular, los supervisores de proyecto deben elegir cómo definir lo que se considera un “árbol” (*Guía de recursos*, sección 2.2).

Esta *Guía de campo* tiene un diseño modular, que permite personalizar un proyecto local de monitoreo. Los usuarios de esta *Guía de campo* pueden elegir utilizar solo parte de estos métodos, como las categorías del estado de mortalidad, las técnicas de ubicación de árboles de la vía (de alineación), o los protocolos de medición del diámetro del tronco. Para proyectos que utilicen el conjunto de datos mínimos completo, se ofrece una ficha de ayuda, una hoja de recolección de datos y una lista de equipos (apéndices 1, 2 y 3).

Esta *Guía de campo* no incluye procedimientos y lineamientos de seguridad para interactuar con el público, mismas que los supervisores de proyecto deben proporcionarles a los brigadistas de campo. Dichos procedimientos y lineamientos van a variar por proyecto y ciudades dependiendo de los riesgos locales y otras circunstancias. Consulta las secciones 3.1 y 3.2 de la *Guía de recursos* para sugerencias adicionales con respecto a la capacitación y manejo de las brigadas de campo.

2. Conjunto de datos mínimos

El conjunto de datos mínimos incluye las variables principales necesarias para los proyectos de monitoreo de los árboles urbanos. Se describe cada variable, se explica por qué se incluye y cuándo se debe registrar. Existen más detalles sobre cómo se desarrolló el conjunto de datos mínimos en la Guía de recursos (secciones 1.4 y 6), incluyendo la descripción sobre la vitalidad de la copa y el diámetro del tronco.

Se proporciona un resumen de las variables del conjunto de datos mínimos en la Tabla 1. Las variables nominales son categóricas sin un orden supuesto, mientras que las variables ordinales son categóricas con un orden implícito; las variables continuas pueden tomar cualquier número en un rango de valores y las variables binarias sólo tienen dos valores.

Tabla 1—Resumen de las variables que se incluyen en el conjunto de datos mínimos para el monitoreo de árboles urbanos.

Variable	Descripción	Tipo de variable	Valores o unidades
Identificación de las brigadas de campo	Información sobre las personas que recabarán los datos de campo del árbol	Texto	N/A
Nivel de experiencia de las brigadas de campo	El nivel de experiencia de la persona más experimentada en la brigada	Nominal	Novato, intermedio, experto
Fecha de la observación	Año, mes y día de la recolección de datos de campo	Fecha	N/A
Registro del identificador del árbol	Identificador único que se le asigna al árbol para identificarlo en monitoreos futuros	Texto	N/A
Ubicación	La información sobre la posición geográfica del árbol en el paisaje; existen varios protocolos disponibles	Diferentes variables y/o imágenes según el método seleccionado	N/A
Foto del árbol	Una foto tomada para incluir el árbol completo en el contexto de su ubicación	Imagen	N/A
Tipo de sitio	Una descripción de la ubicación del árbol	Nominal	Cepa en la acera (banqueta o vereda), franja de plantación a lo largo de la acera, camellón, jardinera u otra superficie dura (<i>hardspace</i>), jardín frontal, jardín lateral, jardín trasero, parque con mantenimiento, otras áreas con mantenimiento, área natural

Tabla 1 (continuación)—Resumen de las variables que se incluyen en el conjunto de datos mínimos para el monitoreo de árboles urbanos.

Variable	Descripción	Tipo de variable	Valores o unidades
Uso del suelo	Una descripción de la manera en que las personas utilizan la propiedad circundante al árbol	Nominal	Residencial unifamiliar separada, residencial unifamiliar adjunta, residencial multifamiliar, uso mixto, industrial, institucional, parque con mantenimiento, área natural, cementerio, campo de golf, agrícola, servicios públicos, agua/humedal, transporte, lote baldío, otro
Especie	La especie del árbol que se está monitoreando	Texto	N/A
Estado de mortalidad	Un registro del árbol si está vivo, muerto en pie, retirado, o en algún otro estado	Nominal	Vivo, muerto en pie, tocón, retirado, nunca se plantó
Brotos basales	Brotos en la base del tronco o en las raíces (registrar únicamente para árboles muertos en pie y tocones)	Binario	Presente, ausente
Vitalidad de la copa	Una evaluación integral de la salud general de la copa que refleja la proporción de la copa con problemas en el follaje y pérdida significativa de ramas	Ordinal	5 clases que van desde 1 (sano) a 5 (muerto)
Diámetro del tronco	Diámetro del tronco del árbol registrado a 1.37 m (4.5 pies) o 30.5 cm (1 pie), según la forma del árbol, con muchas reglas especiales	Continua	Centímetros o pulgadas
Altura del diámetro del tronco	La altura exacta a la que se registró el diámetro del tronco	Continua	Metros o pies
Notas para la revisión del supervisor	Problemas que no se pueden resolver en el campo; incluir una nota marca a ese árbol para revisión del supervisor del proyecto	Texto	N/A

2.1 Brigadas de campo

2.1.1 Identificación de las brigadas de campo

Descripción: la identificación de las brigadas es la información sobre las personas que recaban los datos de campo sobre un árbol. Se pueden utilizar los nombres, iniciales o números de equipo, pero deben ser consistentes dentro de cada proyecto. Si se utilizan los números de equipo o iniciales, se deben registrar los nombres de las personas de cada equipo en el diccionario de datos (o metadatos) del proyecto (consulta la *Guía de recursos* secciones 2.1.18 y Glosario).

Justificación: identificar a las brigadas de campo es necesario para facilitar el análisis a futuro, limpieza de datos (p. ej., resolver problemas de escritura e identificación de especies dudosas) y si hubo observaciones sesgadas por parte de alguna brigada.

Se registra para: todos los árboles. Se registra cada día en campo, solo una vez por equipo. Por ejemplo, con la recolección de datos en papel, registra la identificación de las brigadas en la parte superior de la hoja de datos. Si estás utilizando un sistema de recolección de datos en móvil (p. ej., una aplicación móvil o página electrónica con acceso mediante teléfono inteligente o tableta), confirma que el software puede rastrear información relevante del usuario para identificar al que recolectó los datos. Dicha información debe exportarse con los otros datos recabados para cada árbol o debe estar contenida en los metadatos. Si la plataforma móvil de recolección de datos tiene a todos los usuarios que se registran utilizando el mismo nombre de usuario, entonces las brigadas deberán ingresar la identificación de sus brigadas para cada árbol. Consulta la *Guía de recursos* (sección 2.6) para más información sobre diferentes sistemas de recolección de datos.

2.1.2 Nivel de experiencia de las brigadas de campo

Descripción: el nivel de experiencia de la persona más experimentada en la brigada que recabó los datos sobre ese árbol (Tabla 2). Se registra una vez para cada equipo, por ejemplo, en la parte superior de la hoja de datos, con la información del usuario para una herramienta de recolección de datos móvil, o en un archivo de metadatos por separado.

Justificación: el nivel de experiencia de las brigadas de campo es útil para comprender qué tanto conocimiento profesional previa tienen los brigadistas. Las brigadas expertas (p. ej., aquellas con extensa experiencia previa y conocimiento) son presuntamente muy buenos para identificar especies y se apegan a los protocolos de medición de árboles. Para otras brigadas, aunque puede parecer que el nivel de experiencia está relacionado con la precisión de los datos, el estudio piloto para la *Guía de campo* demostró que las brigadas de voluntarios con niveles de experiencia de novatos e intermedios tuvieron una calidad similar para una correcta identificación del género taxonómico y la medición del diámetro del tronco después de una capacitación de seis horas (Roman *et al.*, 2017). Esos resultados en la calidad de los datos se ven a detalle en la *Guía de recursos* (secciones 1.4.3, 6.5 y 6.6). En la *Guía de recursos* se puede encontrar orientación adicional sobre el uso de ciudadanos científicos novatos para el monitoreo de árboles urbanos (sección 3.2).

Se registra para: todos los árboles.

Tabla 2—Categorías del nivel de experiencia de las brigadas de campo

Categoría	Descripción
Experto	Investigadores y profesionales de dasonomía urbana, silvicultura y arboricultura con amplia experiencia de campo en inventarios de árboles y extenso conocimiento de habilidades esenciales (p. ej., identificación de especies, medición del diámetro de tronco).
Intermedio	Personal del proyecto, estudiantes, voluntarios y practicantes con experiencia de campo previa relevante en dasonomía urbana, silvicultura o arboricultura (cuando menos 1 a 3 años) y algún conocimiento previo de habilidades esenciales (p. ej., identificación de especies, medición del diámetro de tronco).
Novato	Personal del proyecto, estudiantes, voluntarios y practicantes con poca o nula experiencia de campo en dasonomía urbana, silvicultura o arboricultura (1 año o menos) y poco conocimiento previo de habilidades esenciales (p. ej., identificación de especies, medición del diámetro de tronco).

2.2 Fecha de la observación

Descripción: fecha (año, mes, día) de la recolección de datos de campo.

Justificación: la fecha de observación es necesaria para calcular los índices de cambio con el tiempo. Es importante registrar el día real de la observación, en vez de una indicación más burda del momento de la recolección de los datos, como la temporada o el año, con el fin de calcular índices de mortalidad y de crecimiento más precisos, o detectar cambios en la salud.

Se registra para: todos los árboles. Se registra en la parte superior de la hoja de datos o de forma automática utilizando una plataforma digital para recolección de datos.

2.3 Registro del identificador del árbol

Descripción: cada árbol debe tener un identificador único que permanece asociado al árbol durante su monitoreo a futuro. Para proyectos que rastrean árboles plantados recientemente, el identificador deberá estar vinculado a los registros de plantación. Los supervisores del proyecto deben instruir a las brigadas sobre cómo utilizar los identificadores que son adecuados según el diseño del proyecto. Los ejemplos se ilustran en la Figura 1.

Siempre que sea posible, se recomienda el uso de etiquetas de identificación fijadas al árbol que pueden incluir el identificador único, debido a que esto les facilitará a las brigadas futuras poder encontrar de una manera confiable el árbol correcto (*Guía de recursos*, sección 2.3.4).

El registro del identificador del árbol se puede obtener de una etiqueta del árbol (cuando esté presente), registros de plantación (para proyectos que monitorean una plantación), generado en una base de datos después de la primera recolección de datos (p. ej., números de registro que se producen automáticamente dentro de una

base de datos asociada con una aplicación móvil), o construida para representar parcelas (p. ej., código que refleja el número de parcela y número de árbol dentro de la parcela).

El registro del identificador único para cada árbol solo se debe utilizar para ese árbol específico. Cuando un árbol está muerto o fue retirado, ese identificador único debe retirarse para evitar confusión a futuro con un árbol nuevo en la misma ubicación. Algunos proyectos podrán elegir rastrear tanto los árboles como las ubicaciones, especialmente para el monitoreo de árboles de vías (de alineación). Para recibir orientación sobre otras estrategias para monitorear la ubicación de plantaciones en sí (p. ej., una cepa en acera con árboles de alineación que tiene diferentes árboles con el tiempo, o que pueden estar vacíos temporalmente) y rastrear plantaciones de reemplazo, consulta la *Guía de recursos* (sección 2.5). Esa sección también aborda consideraciones más amplias para diseñar y manejar bases de datos longitudinales y la distinción entre registros de identificadores de árboles, claves primarias y claves únicas.

Justificación: el registro de identificador del árbol es único para cada uno de ellos y se utiliza para identificar a ese mismo árbol en visitas sucesivas de monitoreo. Es fundamental que se cuente con observaciones vinculadas a cada árbol individual para facilitar el análisis de mortalidad, crecimiento y salud en el transcurso del tiempo. Por lo tanto, los identificadores únicos para cada árbol son primordiales tanto para la recolección de datos como para el manejo de la base de datos (Boyer *et al.*, 2016).

Se registra para: todos los árboles.



Figura 1—(A) Una etiqueta de árbol en la Universidad de Pennsylvania en Philadelphia, PA. En la esquina inferior derecha se muestra un registro del identificador que refleja la cuadrícula que corresponde al mapa en el campus y un número de árbol dentro de esa cuadrícula. Foto por J.P. Fristensky, utilizada con permiso. (B) Árbol de la vía (árbol de alineación) con etiqueta anexa, plantado en la University City Green, Filadelfia, PA. En este caso el registro de identificación del árbol es el número de identificación que se usa en el vivero. Foto por L.A. Roman, Servicio Forestal USDA. (C) Mapa de sitio del inventario de Casey Trees en Washington, D.C. El registro de identificación del árbol es una secuencia numérica de árboles en esta área específica. Imagen por J.R. Sanders, utilizada con permiso.

2.4 Ubicación

Descripción: la ubicación es la información sobre la posición geográfica del árbol en el paisaje. Los supervisores del proyecto deben especificar cuál método utilizar con base en los lineamientos de la sección 2.3 de la *Guía de recursos*. A continuación, se describen a detalle los protocolos para tres métodos, pero puede haber otros adecuados para ciertos proyectos.

Dos de los protocolos descritos aquí son específicos para árboles de la vía (de alineación): método del domicilio y código del sitio y el método de distancia al borde de una cuadra/manzana. Estos métodos son más adecuados para patrones de calles en cuadrícula, pero funcionan razonablemente bien en otros diseños de calles (p. ej., calles en curva, calles urbanas sin banquetas). El tercer protocolo que se describe en esta sección, digitalización de ubicaciones en imágenes satelitales, funciona bien en muchas situaciones donde hay árboles de la vía y césped (p. ej., patios residenciales, parques en colonias o barrios), pero puede complicarse en plantaciones densas donde el dosel se traslapa.

Se debe mencionar que registrar la latitud y la longitud en el campo con equipo GPS por sí solo (es decir, sin igualarlo a una imagen satelital) puede ser adecuado para algunos proyectos, pero dicho equipo de GPS debe tener alta resolución (precisión sub-métrica). Aún con equipo sofisticado, existen retos para obtener señal en áreas urbanas con edificios altos debido al “efecto cañón” (Silva *et al.*, 2013). En la *Guía de recursos* (sección 2.3) se habla más sobre las opciones de métodos de localización.

Justificación: la ubicación es esencial para el monitoreo de campo porque permite asegurar que las brigadas encuentren el mismo árbol de manera confiable en visitas posteriores. La información de localización también se puede utilizar para relacionar los datos del árbol con otros conjuntos de datos geoespaciales, tales como datos socioeconómicos.

Se registra para: todos los árboles. Los árboles en diferentes tipos de sitios van a requerir diferentes métodos de localización (*Guía de recursos*, sección 2.3).

2.4.1 Método del domicilio y código del sitio

Para esta técnica de localización, se registran seis tipos de información en cada árbol: domicilio, código del sitio, nombre de las calles (“en”, “desde” y “hacia”) y lado de la calle.

Los códigos del sitio del árbol describen dónde está ubicado un árbol en relación con una propiedad específica. La propiedad se detalla registrando el domicilio, por lo tanto, el código del sitio se crea en referencia a ese domicilio. Existen cinco códigos de sitio para los árboles de la vía (de alineación): frente, lado, posterior, adyacente y camellón/separador (Tabla 3). Pueden existir múltiples árboles y códigos de sitio para cada domicilio (Tabla 4, Figura 2A). Por ejemplo, cierto domicilio puede tener los árboles 1F y 2F, representando dos árboles al frente de la propiedad y la siguiente propiedad empezaría de nuevo con 1F, pero con un domicilio diferente (p. ej., consulta los números de árbol 6, 7 y 30 en la Tabla 4 y Figura 2). Para cada propiedad, el sistema de numeración para los códigos de sitio va en orden ascendente

de los domicilios en la calle donde se ubica el árbol (p. ej., consulta 208 Calle Pear y números de árbol 9, 10, 46, 4, 20 y 88 en la Tabla 4 y Figura 2B). En otras palabras, los números de código del sitio ascienden a medida que suben los números de los domicilios. Se deberá asignar una secuencia independiente del código de sitio del árbol para cada lado de la propiedad (p. ej., 1F, 2F, 1S, 2S, en vez de 1F, 2F, 3S, 4S).

Tabla 3—Códigos del sitio del árbol y sus descripciones para utilizarse con el método de domicilio y código de sitio para registrar la ubicación del árbol.

Código de sitio del árbol	Descripción
F	Árboles enfrente de la propiedad
L	Árboles a un lado/costado de la propiedad; esto se utiliza para propiedades en esquina
P	Árboles en la parte posterior de la propiedad; esto se utiliza para propiedades que se extienden en toda la cuadra, p. ej., escuelas, hospitales
A	Árboles a un lado de una propiedad adyacente sin un domicilio; p. ej., lotes baldíos, parques o jardines pequeños
C	Árboles en un camellón/separador, incluyendo rotondas/glorietas y cepas en triángulo al borde de carreteras

Sobre la información de “en”, “desde” y “hacia” la calle: la información de “en la calle” se refiere a la calle en la que el árbol se encuentra (esto puede ser diferente al domicilio o número del lote). La información “desde la calle” hace referencia a la vía que se encuentra más cercana al domicilio con la numeración más baja en esa cuadra, mientras que la información “hacia la calle” es la siguiente calle que se encuentra (al trasladarte a lo largo de los domicilios en dirección ascendente). El lado de la calle debe registrarse como números de domicilios pares o impares, norte o sur, este u oeste, según la estructura del sistema cuadriculado y el proyecto de monitoreo (o bien, N/A para árboles en camellón y árboles de vía en calles salida).

Tabla 4—Ejemplo de datos de ubicación: método de domicilio y código de sitio para una cuadra imaginaria (Figura 2A). La secuencia de numeración del código de sitio corresponde con el orden ascendente de los domicilios sobre esa calle (es decir, los números de código de sitio suben a medida que lo hacen los números de domicilio). Para árboles en camellón, no aplican domicilios ni lado de la calle, así que registra N/A en esos espacios. Para árboles ubicados a un lado de una propiedad sin un domicilio, registra el domicilio de la propiedad más cercana y utiliza el código de sitio A indicando adyacente. Nota que los números del árbol no se colocan en un orden en particular y simplemente se utilizan para ayudar al lector a relacionar la tabla con la Figura 2A.

Número del árbol	Código de sitio	Número de domicilio y nombre de la calle	Información de la cuadra			
			En la calle	Desde la calle	Hacia la calle	Lado de la calle
11	1F	200 Calle Apple	Calle Apple	Calle Maple	Calle Juniper	W
2	1F	202 Calle Apple	Calle Apple	Calle Maple	Calle Juniper	W
15	1A	204 Calle Apple	Calle Apple	Calle Maple	Calle Juniper	W
12	2A	204 Calle Apple	Calle Apple	Calle Maple	Calle Juniper	W
5	3A	204 Calle Apple	Calle Apple	Calle Maple	Calle Juniper	W
6	1F	201 Calle Apple	Calle Apple	Calle Maple	Calle Juniper	E
7	2F	201 Calle Apple	Calle Apple	Calle Maple	Calle Juniper	E
30	1F	205 Calle Apple	Calle Apple	Calle Maple	Calle Juniper	E
9	1R	208 Calle Pear	Calle Apple	Calle Maple	Calle Juniper	E
10	2R	208 Calle Pear	Calle Apple	Calle Maple	Calle Juniper	E
46	2S	208 Calle Pear	Calle Juniper	Calle Pear	Calle Apple	S
4	1S	208 Calle Pear	Calle Juniper	Calle Pear	Calle Apple	S
13	2M	n/a	Calle Juniper	Calle Pear	Calle Apple	n/a
14	1M	n/a	Calle Juniper	Calle Pear	Calle Apple	n/a
26	2F	1701 Calle Juniper	Calle Juniper	Calle Pear	Calle Apple	N
16	1F	1701 Calle Juniper	Calle Juniper	Calle Pear	Calle Apple	N
17	1F	200 Calle Pear	Calle Pear	Calle Maple	Calle Juniper	W
18	1F	204 Calle Pear	Calle Pear	Calle Maple	Calle Juniper	W
88	1F	208 Calle Pear	Calle Pear	Calle Maple	Calle Juniper	W
20	2F	208 Calle Pear	Calle Pear	Calle Maple	Calle Juniper	W
1	1F	201 Calle Pear	Calle Pear	Calle Maple	Calle Juniper	E
22	2F	201 Calle Pear	Calle Pear	Calle Maple	Calle Juniper	E
23	1F	209 Calle Pear	Calle Pear	Calle Maple	Calle Juniper	E
24	2F	209 Calle Pear	Calle Pear	Calle Maple	Calle Juniper	E
25	3F	209 Calle Pear	Calle Pear	Calle Maple	Calle Juniper	E
49	2S	109 Calle Apple	Calle Maple	Calle Pear	Calle Apple	S
27	1S	109 Calle Apple	Calle Maple	Calle Pear	Calle Apple	S
28	2S	108 Calle Pear	Calle Maple	Calle Pear	Calle Apple	S
29	1S	108 Calle Pear	Calle Maple	Calle Pear	Calle Apple	S
3	1S	200 Calle Pear	Calle Maple	Calle Pear	Calle Apple	N

2.4.2 Método de distancia al borde de una cuadra

El método de distancia al borde de una cuadra implica medir la distancia en línea recta desde la esquina de la banqueta (andén o vereda) en la intersección de la calle hacia cada árbol. Este método es más eficiente cuando se utiliza un odómetro, pero también se puede hacer con una cinta métrica. Esta técnica sirve más en sistemas de calles de cuadrícula con banquetas, pero también puede utilizarse en otras circunstancias. Las mediciones deben empezar en el punto imaginario en el que se cruzan los bordes de las dos banquetas (Tabla 5, Figura 3). Las mediciones se hacen en línea recta desde el punto de inicio hasta el punto donde se unirían dos bordes de banqueta en la siguiente intersección. La primera medición se hace registrando la distancia entre el punto de inicio y el centro del primer árbol (es decir, el centro del tronco del árbol donde se junta con el suelo). La segunda medición se toma midiendo desde el punto de inicio al centro del segundo árbol. Se repite este procedimiento para los árboles subsiguientes en la cuadra.

Además de las mediciones de las distancias, las brigadas deben registrar las intersecciones de las calles que se utilizan como puntos de inicio y finalización y anotar en qué lado de la calle se encuentran midiendo en relación con la línea central de la calle (derecha o izquierda). En teoría, las brigadas deben poder ubicar el punto de inicio en cualquier extremo de la cuadra, pero los supervisores pueden elegir seguir un patrón consistente, p. ej., siempre ir de norte a sur, o siempre ir en dirección ascendente de los domicilios.

Esta técnica se adaptó del método TreeKIT desarrollado para la Ciudad de Nueva York, NY (Silva *et al.* 2013). Sin embargo, en el método original de TreeKIT, las distancias solamente se medían entre árboles y no se consideraba la relación con el punto de inicio. Siempre y cuando las brigadas tengan cuidado de no “serpentear” la rueda de medición (es decir, los brigadistas deben caminar en línea muy recta, sin mover el odómetro o la cinta métrica de lado a lado mientras caminan por la calle), cualquier forma de medir la distancia debe funcionar bien. El método original de TreeKIT también indicaba registrar la distancia desde el último árbol hasta el punto final del borde de la cuadra (es decir, el punto imaginario de la esquina de la banqueta donde se cruzan los bordes de las dos aceras). Esta última medición nos da la longitud de todo el borde de la banqueta y puede ser útil para confirmar que la longitud total del borde de la cuadra registrada en campo coincide con las distancias registradas en shapefiles en el software del Sistema de Información Geográfica (SIG). Actualmente, solo se ha desarrollado para la Ciudad de Nueva York un sistema para mapear árboles en forma automática en SIG utilizando el método de distancia al borde de la cuadra. Por lo tanto, los supervisores de proyectos en otras ciudades tendrán que mapear las ubicaciones de los árboles manualmente en un shapefile de SIG utilizando los datos generados con el método de distancia al borde de la cuadra. Sin embargo, este método aún puede ser de mucho valor para registrar con una alta precisión la ubicación de árboles de vía en donde es sumamente importante volver a ubicarlos de manera confiable.

Mientras que el método de domicilio y código de sitio puede presentar dificultades en el monitoreo a largo plazo a medida que se añaden y retiran árboles de la calle cada año, ocasionando cambios en el sistema de numeración del código de sitio, las distancias medidas utilizando el método de distancia al límite de la cuadra deben permanecer año tras año. La *Guía de recursos* contiene información más detallada sobre las ventajas y desventajas de los diferentes métodos de localización (sección 2.3).

Tabla 5—Ejemplo de datos de ubicación: método de distancia al borde de una cuadra para una cuadra imaginaria (Figura 3)

Número del árbol	Distancia desde el inicio (m)	Número de domicilio y nombre de la calle	Información de la cuadra				
			En la calle	Desde la calle	Hacia la calle	Lado de la calle	Lado en relación a la línea centro
1	12	200 Calle Rose	Calle Blossom	Calle Rose	Calle Petal	N	derecha
2	23	200 Calle Rose	Calle Blossom	Calle Rose	Calle Petal	N	derecha
3	55	200 Calle Rose	Calle Blossom	Calle Rose	Calle Petal	N	derecha
4	73	201 Calle Petal	Calle Blossom	Calle Rose	Calle Petal	N	derecha

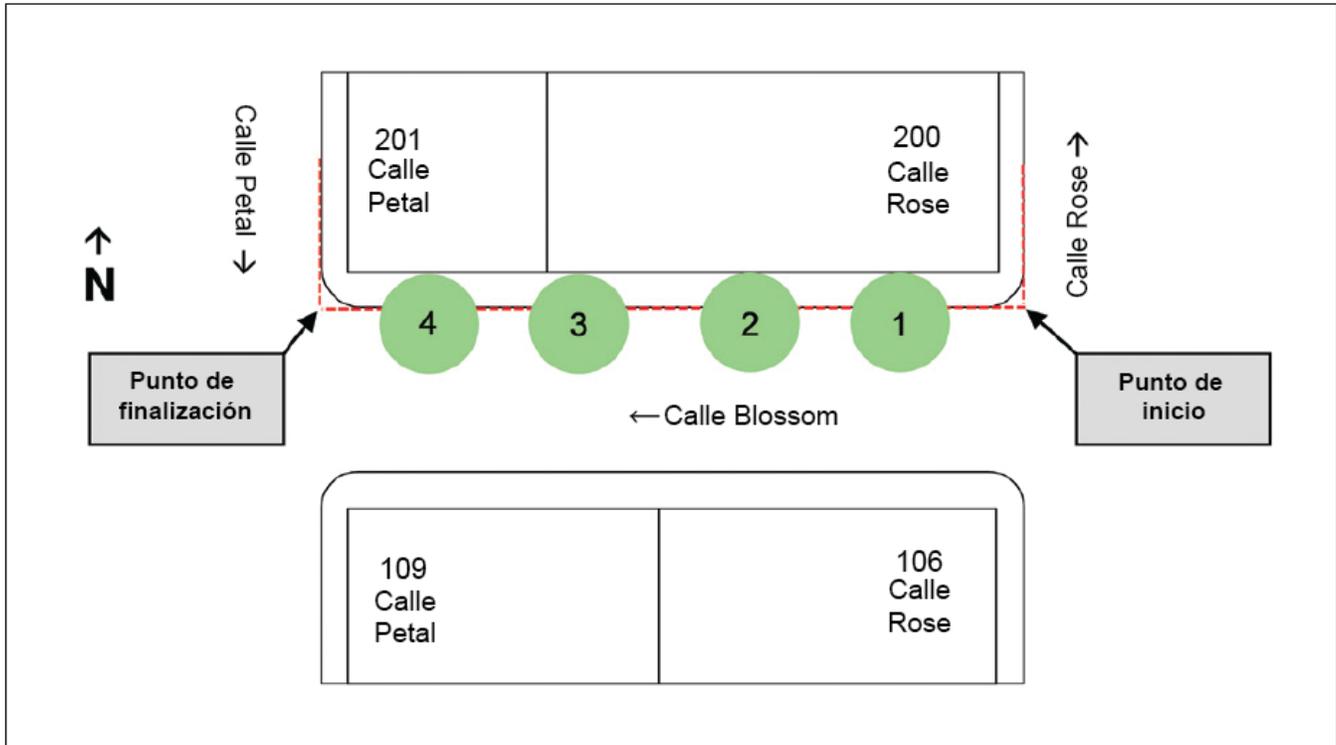


Figura 3—Método de distancia al borde de una cuadra para registrar la ubicación. El punto de inicio es el borde proyectado de la banqueta. La primera medición se toma desde el punto de inicio hasta el centro del primer árbol. La segunda medición se toma desde el punto de inicio hasta el centro del segundo árbol. Este proceso continúa para todos los árboles en la cuadra.

2.4.3. Método de digitalización de ubicaciones en imágenes satelitales

El método de digitalización de las ubicaciones en imágenes satelitales involucra referencias de una imagen satelital impresa del área de estudio, o bien visualizar dicha imagen en un sistema de recolección de datos móvil en un teléfono inteligente o tableta. Estas imágenes muestran una perspectiva aérea de la forma del dosel, calles y edificios. Utilizando estos objetos como referencias, se marca la ubicación individual de cada árbol en la imagen (con un lápiz o marcador, si se está utilizando papel). Si se emplea el método de registro en papel (*“low tech”* o de poca tecnología), al volver a la oficina los brigadistas deberán convertir las ubicaciones a formato digital utilizando software como ArcGIS, Google Maps o Google Earth. El método más directo de alta tecnología (*high tech*) implica llevar a campo un dispositivo móvil que cuente con una aplicación adecuada que muestre imágenes satelitales (p. ej., ESTI Collector, Google My Maps) que permita colocar puntos en la imagen mientras se está trabajando en campo (Figura 4). Esto disminuye el tiempo de procesamiento en la oficina.

2.5 Foto del árbol

Descripción: se toma una fotografía que abarque al árbol completo (cuando sea posible) en el contexto de su ubicación y que muestre las construcciones aledañas en el paisaje (p. ej., edificios, postes de luz), con la intención de ayudar a las brigadas futuras a encontrar el mismo árbol de manera confiable. Para árboles de vía y árboles en jardines frontales, el mejor ángulo, con frecuencia, es desde la acera de enfrente, siempre y cuando no haya carros bloqueando la vista.

La Figura 5 muestra algunos ejemplos de fotos de árboles en contexto. Esto también puede servir como doble propósito para la identificación de especies si es necesario (consulta la sección 2.8 para aprender más consejos sobre fotos para efecto de identificación de especies). Al tomar una foto en campo con un sistema de recolección de datos móvil en un teléfono inteligente o tableta, la foto debe estar vinculada a un registro de un árbol en particular. Al tomar una foto en campo con una cámara o teléfono inteligente que no está vinculada a un software de recolección de datos, el registro del identificador del árbol deberá incluirse con la foto, e idealmente utilizarse como parte del nombre de archivo de la foto.



Figura 4. Captura de pantalla de ubicaciones de árboles de vía en Boston, Massachussets, de los cuales se hizo un inventario en campo colocando puntos sobre imágenes satelitales. El inventario se puede consultar en Boston Tree Map <https://opentreemap.org/boston>. La imagen satelital y el mapa los proporcionó Google®. La imagen es cortesía de Azavea y se utiliza con su autorización.

Justificación: la foto de un árbol es una documentación visual del árbol que sirve como marca para confirmar que las brigadas futuras están en realidad viendo ese mismo árbol. Una foto de un árbol también puede permitir a un experto hacer la validación de datos de campo, por ejemplo, el nombre de la especie.

Se registra para: todos los árboles.

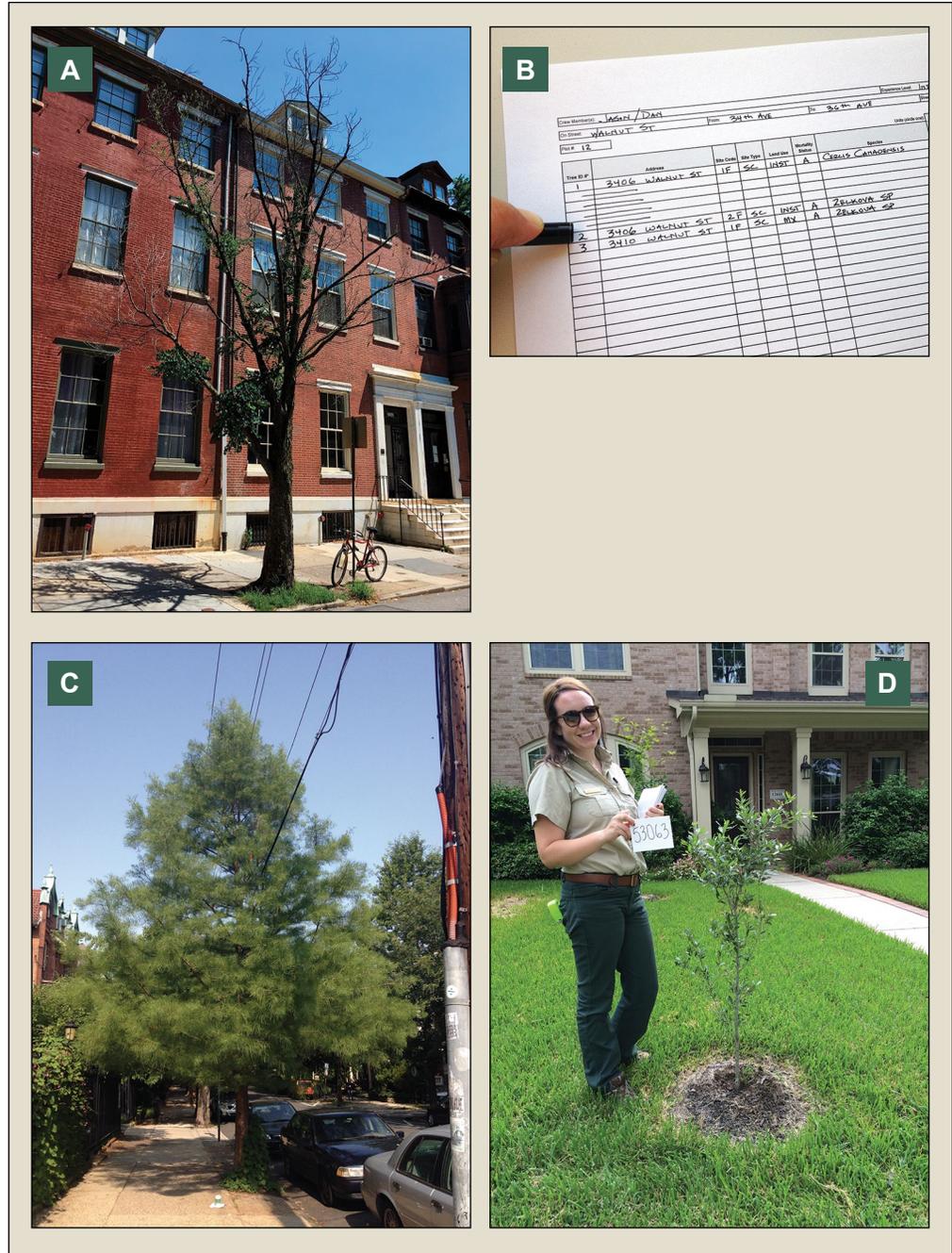


Figura 5—Ejemplos de fotos de árboles. (A) Las fotos se pueden tomar desde la acera de enfrente. (C) Las fotos se pueden tomar a lo largo de la banqueta. (D) Otra opción es una foto con un brigadista en la imagen. (B) Si la foto se toma sin un sistema de recolección de datos móvil, una opción es tomar una foto de la hoja de datos señalando al árbol en contexto y luego tomar la foto completa (C) del mismo. (D) Otra alternativa es tomar la foto completa del árbol mientras alguien sostiene un letrero con el registro del identificador del árbol. Foto A por L.A. Roman, Servicio Forestal del USDA; fotos B y C por J.P. Fristensky, utilizadas con autorización; foto D por Servicio Forestal de Texas A&M, utilizada con autorización.

2.6 Tipo de sitio

Descripción: el tipo de sitio es una descripción del lugar donde se ubica el árbol. Las categorías asignadas reflejan la información sobre el área circundante inmediata al árbol y ayuda a tener un control sobre los árboles plantados y los árboles removidos (manejados por el hombre versus naturales). Se hace la distinción entre sitios con árboles rodeados por superficies duras, cubiertas por materiales inertes (*hardscape*), sitios con árboles rodeados por superficies no duras, áreas cubiertas con vegetación o suelo permeable como mulch/mantillo (*non-hardscape*) y áreas naturales (Tabla 6). Los primeros dos ambientes tienen plantación y remoción de árboles realizadas por el hombre, mientras que las áreas naturales por lo general presentan regeneración natural y árboles que mueren en su lugar (*in situ*). Es importante mencionar que el tipo de sitio no es sinónimo de cobertura de suelo. Consulta la *Guía de recursos* (sección 2.4 y apéndice 1) para más información sobre el tipo de sitio, incluyendo ejemplos de fotografías.

Justificación: el tipo de sitio brinda información sobre la ubicación del árbol en el contexto urbano. La mortalidad, el crecimiento y la salud pueden variar según el tipo de sitio y el uso del suelo. Conocer el tipo de sitio de un árbol también le puede ayudar a los gestores de proyectos y las brigadas a decidir cuáles métodos de ubicación utilizar (consulta la sección 2.3 de la *Guía de recursos* sobre los lineamientos de los métodos de ubicación adecuados para varios tipos de sitio).

Se registra para: todos los árboles.

Nota importante: tanto el “área natural” como el “parque con mantenimiento” son tipos de sitio y usos de suelo. Un árbol ubicado en uno de estos tipos de sitio no tendrá automáticamente el mismo uso del suelo y viceversa. Consulta la Tabla 8 para ver ejemplos de situaciones en las que el tipo de sitio es área natural pero el uso del suelo es otro.

Tabla 6—Categorías de tipo de sitio y sus códigos asociados para árboles en superficies duras (*hardscapes*), superficies no duras (*non-hardscape*) y áreas naturales

Categoría	Código	Descripción
Árboles en superficies duras (<i>hardscape</i>)		
Las plantaciones y remociones de árboles para este tipo de sitios son controladas/realizadas por el hombre		
Cepa en acera (banqueta o vereda)	CA	El árbol está ubicado en una cepa/hoyo de plantación en la acera. La cepa puede estar en cualquier parte del espacio en la acera (adyacente al borde, adyacente a un edificio, etc). En este tipo de sitio suele haber solo un árbol. Las dimensiones son cuadradas o casi cuadradas.
Franja de plantación a lo largo de la acera	FP	El árbol está ubicado en una franja de plantación, cerca de la acera (entre la acera y el borde de la vía, entre la acera y el edificio, etc.). Las franjas de plantación pueden contener múltiples árboles plantados en fila (aún si sólo hay un árbol presente). La longitud de una franja de plantación por lo general es de cuando menos 3.05 m (10 pies).
Camellón/ separador vial	C	El árbol está ubicado en un espacio para plantación rodeado de carriles de circulación vehicular. Incluye los camellones centrales (separadores viales), rotondas, espacios triangulares de plantación cercanos a los carriles de salida y acotamiento vial.
Maceta	M	El árbol está ubicado en una maceta sobre el suelo con una base sólida (p. ej., las raíces del árbol no están conectadas al suelo). La maceta puede estar en cualquier parte sobre o adyacente a una propiedad (p. ej., acera, patio).
Otras superficies duras (<i>hardscape</i>)	OD	El árbol está ubicado en un ambiente con superficie dura (<i>hardscape</i>) que no es una acera o camellón, como cepas o franjas angostas de plantación en una plaza o estacionamiento. Favor de ingresar una descripción en la sección 2.13, notas para revisión del supervisor.
Jardín frontal	JF	El árbol está ubicado en el jardín frente a un inmueble (es decir, en el lado de la edificación que da a la calle). Los jardines frontales típicamente están asociados con propiedades residenciales, pero también se pueden asociar a otros usos de suelo. Con una residencia en esquina, considera el “frente” donde está la puerta principal.
Jardín lateral	JL	El árbol está ubicado en el jardín lateral de un inmueble. El jardín lateral es una categoría que se aplica solo a las propiedades en esquina. Los jardines laterales por lo general están asociados con propiedades residenciales, pero también se pueden asociar a otros usos de suelo. Para propiedades que no están en esquina, los árboles que se encuentran entre las casas deben asignarse ya sea a jardín frontal o a jardín trasero (Figura 6).
Jardín trasero	JT	El árbol está ubicado en el jardín detrás de un inmueble. Los jardines traseros por lo general están asociados con propiedades residenciales, pero también pueden estar en el área posterior de otros tipos de uso del suelo.
Parque con mantenimiento	PM	El árbol está ubicado en un parque con mantenimiento o en un entorno parecido a un parque, como un parque urbano, campus escolar o cementerio. Esta categoría es específica para árboles que se encuentran en áreas con césped y otras áreas con cobertura de suelo permeable. Los árboles que se encuentran en superficies duras (<i>hardscape</i>), tales como plazas, pertenecen a la categoría de <i>otro hardscape</i> . Nota: un parque con mantenimiento es tanto un tipo de sitio como uso del suelo.
Otra área de paisaje con mantenimiento	OM	El árbol está ubicado en un área paisajística que no está descrita en las categorías de jardín y parque con mantenimiento. Favor de ingresar la descripción en las notas para revisión del supervisor (consulta la sección 2.13). Para áreas con categoría de uso del suelo lote baldío, las brigadas necesitan utilizar su propio criterio en campo para clasificar el tipo de sitio de un árbol como “otra área de paisaje con mantenimiento” (p. ej., si el terreno parece estar podado y con mantenimiento regular) o como “área natural” (p. ej., el terreno parece no haber recibido mantenimiento y se observa crecimiento de vegetación de forma no controlada).
Árboles en áreas naturales		
Las incorporaciones y remociones de árboles para este tipo de sitio por lo general se llevan a cabo de manera natural (p. ej., regeneración natural y muerte <i>in situ</i>)		
Área natural	AN	El árbol está ubicado en un parque natural, área con espacio abierto, área forestal, lote baldío sin mantenimiento, o propiedad residencial con mínima intervención humana (es decir, los árboles no se plantaron en el paisaje y cuando el árbol muere, permanece en su lugar, no se lleva a cabo la remoción). Esto incluye remanentes de bosque y otras áreas naturales o áreas relativamente sin mantenimiento, independientemente del tipo de propiedad. Por ejemplo, los parches de bosque en una propiedad residencial o propiedad institucional deben clasificarse como área natural. Las áreas naturales incluyen bosques, praderas, tierras forestales y otros hábitats naturales con manejo mínimo. Nota: área natural es tanto un uso del suelo como un tipo de sitio.

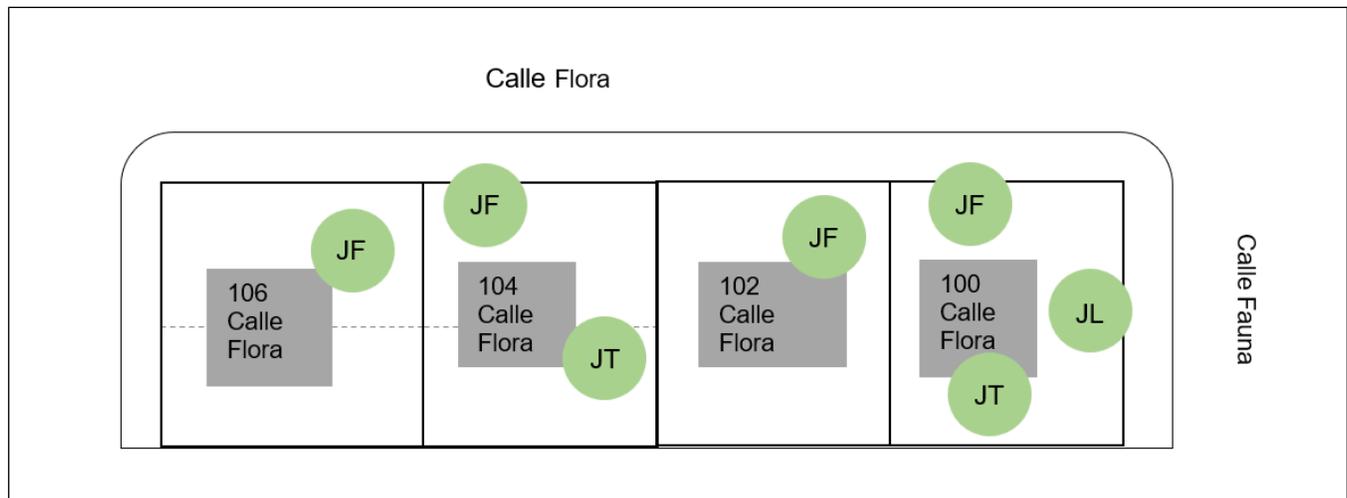


Figura 6—Árboles en jardines bajo las categorías de superficies no duras (non-hardscape). Los recuadros en gris representan casas. El jardín frontal (JF) y el jardín trasero (JT) a veces pueden diferenciarse con base en la presencia de una cerca (línea punteada), como se observa en 104 Calle Flora y 106 Calle Flora. Los árboles JF están entre la entrada principal de las casas y la Calle Flora y los árboles JT están detrás de las casas. El árbol JT en 104 Calle Flora tiene una copa que cruza la cerca, pero el tronco del árbol está en realidad detrás de la cerca. En 102 Calle Flora las brigadas deben imaginar dónde estaría probablemente una cerca. Nota que el jardín lateral (JL) solo se utiliza para propiedades en esquinas, donde el significado de “frontal” y “trasero” puede ser ambiguo. En la propiedad de la esquina, 100 Calle Flora, se ubica un árbol JL entre el lado de la casa y la Calle Fauna. La puerta principal de 100 Calle Flora se encuentra sobre Calle Flora, por lo tanto, el árbol que se ubica sobre Calle Flora se clasifica como JF.

2.7 Uso del suelo

Descripción: el uso del suelo es una descripción sobre la manera en que las personas utilizan la propiedad circundante o adyacente al árbol (Tabla 7). El uso del suelo es diferente al tipo de sitio, aun cuando las dos variables están relacionadas y exista algo de traslape en sus definiciones, particularmente con parques y áreas naturales. El uso del suelo se refiere al uso del suelo a nivel de la propiedad, mientras que el tipo de sitio se refiere al área inmediatamente circundante a un árbol en particular. En la Tabla 8 se muestran ejemplos. Consulta la *Guía de recursos* (sección 2.4 y el apéndice 1) para más información sobre uso del suelo, incluyendo fotografías de ejemplos.

Justificación: el uso del suelo proporciona información sobre la ubicación del árbol en el contexto urbano. La mortalidad, el crecimiento y la salud pueden variar por tipo de sitio y uso del suelo.

Se registra para: todos los árboles.

Nota importante: las categorías de uso del suelo deben clasificarse como el uso y función actual existente (a diferencia del uso original de la estructura, si fuese diferente), tanto como se pueda determinar en campo. Por ejemplo, un edificio industrial que lo han convertido en apartamentos se clasificaría como residencial multifamiliar y una vivienda unifamiliar que se ha convertido en oficina se clasificaría como comercial. Además, algunos proyectos de monitoreo de árboles urbanos pueden preferir no utilizar u omitir algunas categorías de uso del suelo aquí presentadas, o adecuar los tipos de uso del suelo con las clasificaciones de planeación urbana locales. Consulta la sección 2.4 de la *Guía de recursos* para más información sobre cómo registrar el uso del suelo. Muchas (aunque no todas) de las categorías de uso del suelo abajo corresponden a las categorías utilizadas en i-Tree Eco (i-Tree 2017).

Tabla 7—Categorías de uso del suelo y códigos asociados

Categoría	Código	Descripción
Residencial unifamiliar— independiente	RUF-I	Estructura residencial independiente destinada para una familia.
Residencial unifamiliar—anexa	RUN-A	Estructura unifamiliar anexa, como dúplex, adosadas (<i>townhomes</i>) y viviendas en fila. Incluye multiplexes con hasta cuatro unidades.
Residencial multifamiliar	RMF	Estructuras que contienen más de cuatro unidades residenciales (incluyendo complejos de apartamentos con más de cuatro unidades).
Uso mixto	MIX	Estructura individual que tiene múltiples usos, típicamente se diferencian por pisos. Un ejemplo común de esta categoría es el uso comercial, cívico o de ventas en planta baja con unidades residenciales multifamiliares en los pisos superiores.
Comercial	COM	Distritos comerciales en el centro de la ciudad, centros comerciales, locales y plazas comerciales. Esta categoría también incluye estacionamientos individuales en áreas del centro que no están asociadas con un uso institucional o residencial.
Industrial	IND	Fábricas, bodegas y negocios de camiones.
Institucional	INST	Escuelas, universidades, complejos de hospitales, edificios religiosos y edificios de gobierno (específicamente edificios de gobierno que no son en sí parte de un parque o centro recreativo).
Parque con mantenimiento	PM	Parque público o privado con mantenimiento; incluye arboretos, jardines botánicos, parques pequeños, plazas y centros recreativos. Incluye árboles cerca de edificios en parques de colonias y centros recreativos. Nota: un parque con mantenimiento es tanto un tipo de sitio como uso del suelo.
Área natural	AN	Parque natural o espacio abierto que tiene una mínima intervención humana. Las áreas naturales incluyen bosques, praderas, áreas boscosas y otros hábitats naturales con poco manejo.
Cementerio	CEM	Auto explicativo
Campo de golf	CG	Auto explicativo
Agrícola	AG	Sembradío, pastizal, huerto, viñedos, viveros. La tierra agrícola que está improductiva en el momento del trabajo de campo debe clasificarse como agrícola.
Servicios públicos	SP	Instalaciones de generación de energía eléctrica, plantas de tratamiento de aguas residuales, presas cubiertas y descubiertas, áreas de retención de agua pluvial que estén vacías, canales de control de inundaciones y canalones. No incluye cables de transmisión eléctrica sobre las banquetas y patios (los árboles debajo de estos cables deben clasificarse con el uso del suelo de la propiedad adyacente).
Agua/Humedal	A/H	Arroyos, ríos, lagos y otros cuerpos de agua (natural o hechos por el hombre). Albercas recreativas, lagos y fuentes deben clasificarse con base en el uso del suelo adyacente.
Transporte	TR	Incluye caminos de acceso limitado y espacios verdes relacionados (tales como carreteras interestatales con rampas de entrada y salida); estaciones de trenes, vías y patios; astilleros; aeropuertos. Si un árbol está en cualquier otro tipo de camino o camellón asociado, clasifica según el uso del suelo más cercano.
Lote baldío	LB	Lote sin uso humano actual evidente. Ejemplos comunes de esto son terrenos sin construcciones, o lotes en los que se construyó y el edificio fue demolido. Un edificio que está desocupado/abandonado debe categorizarse según su uso aparente más reciente. Por ejemplo, una fábrica abandonada debe ser industrial y una tienda abandonada debe ser comercial.
Otro	O	El uso del suelo no coincide con las categorías proporcionadas. Favor de incluir una descripción en las notas para revisión del supervisor (consulta la sección 2.13).

Tabla 8—Ejemplos de tipos de sitios y usos del suelo de árboles. Para más ejemplos con fotos, consulta el apéndice 1 de la *Guía de recursos*.

Ejemplo	Uso del suelo (a nivel de propiedad)	Tipo de sitio (a nivel del árbol)
Árbol en césped de cementerio con mantenimiento	Cementerio	Parque con mantenimiento
Árbol en franjas angostas de plantación en el estacionamiento de un cementerio	Cementerio	Otra superficie dura (<i>hardscape</i>)
Árbol en una cepa dentro de un estacionamiento individual en el centro	Comercial	Otra superficie dura (<i>hardscape</i>)
Árbol en una cepa en la banqueta frente a una tienda	Comercial	Cepa en banqueta
Árbol en el fragmento de bosque dentro de un campo de golf	Campo de golf	Área natural
Árbol en césped frente a una escuela primaria	Institucional	Jardín frontal
Árbol en un césped paisajístico dentro de un complejo hospitalario	Institucional	Parque con mantenimiento
Árbol en un área paisajística tipo parque dentro de un campus universitario	Institucional	Parque con mantenimiento
Árbol en el fragmento de bosque de un jardín botánico	Parque con mantenimiento	Área natural
Árbol en el estacionamiento de una preparatoria (dentro del estacionamiento en sí, no en banqueta)	Institucional	Otra superficie dura
Árbol en cepa en la banqueta frente a un tribunal municipal	Institucional	Cepa en banqueta
Árbol en césped paisajístico de un centro recreativo municipal	Parque con mantenimiento	Parque con mantenimiento
Árbol en el fragmento de bosque de un parque público	Área natural	Área natural
Árbol en el jardín frontal de una dúplex anexa	Residencial unifamiliar—anexa	Jardín frontal
Árbol en el camellón de una calle con residencias unifamiliares independientes	Residencial unifamiliar—individual	Camellón
Árbol en un lote baldío con sobre densidad sin mantenimiento aparente	Lote baldío	Área natural
Árbol en lote baldío que parece que lo podan de manera regular	Lote baldío	Otra área paisajística con mantenimiento

2.8 Especie

Descripción: registra las especies de los árboles utilizando los nombres científicos estándar, incluyendo tanto el género como el epíteto específico, o los códigos de las especies. Por ejemplo, el maple rojo se debe registrar como *Acer rubrum* o el código de especie ACRU (utilizando las dos primeras letras del género y del epíteto). Respecto a los códigos de especie, se recomienda emplear los códigos del programa del Inventario y Análisis del Bosque Urbano del Servicio Forestal de los EE. UU. del USDA (USDA Forest Service 2017a). Estos códigos consisten en las primeras dos letras del género y del epíteto y, de ser necesario, un número que diferencia entre las especies. Por ejemplo, el arce azucarero se registra como *Acer saccharum* o código de especie ACSA3.

Si solo conoces el nombre común del árbol, registra eso en campo y confirma el nombre científico después de terminar el trabajo de campo del día y antes de entregar al supervisor del proyecto. Al ingresar datos utilizando un sistema de recolección de datos móvil, debe haber un menú desplegable para elegir la especie, con frecuencia están pre-cargados con las especies relevantes a una región en particular. Los supervisores de proyecto deben asegurarse de que exista una opción para “especie desconocida” y/u “otras especies” debido a que es probable que no se incluyan todas las especies en dicha lista.

Ingresa el cultivar solo si se sabe que es de una lista de árboles plantados o si las brigadas que están realizando la identificación de especies son expertas en su identificación.

En la sección 3.1.2 y el apéndice 2 de la *Guía de recursos* muestra más detalles sobre la identificación de especies de árboles urbanos.

Si el objetivo del proyecto de monitoreo es rastrear árboles plantados de un programa en particular o de un inventario previo donde se conoce la especie, debe verificarse que su identificación fue precisa. En estas situaciones, las brigadas estarán realizando la verificación de especies con base en datos existentes, no su identificación desde cero. Si el registro de las especies contiene errores, añade un comentario en las notas para revisión del supervisor (sección 2.13); no cambies la especie en la base de datos maestra sin confirmar con el supervisor del proyecto.

Si hay un árbol de reemplazo en la misma ubicación que el registro del árbol anterior, no cambies la especie de ese registro, sino que consulta con el supervisor del proyecto sobre cómo se manejarán los reemplazos (para más información sobre árboles de reemplazo, consulta la sección 2.5.3 de la *Guía de recursos*). Si la información se registra inapropiadamente, una plantación de restitución puede aparentar ser el mismo árbol con una corrección de especie, no enteramente un árbol nuevo, lo que puede resultar en datos imprecisos con respecto a la tasa de crecimiento, mortalidad o vitalidad.

Justificación: la especie es una de las piezas de información esenciales para los inventarios y monitoreo de árboles urbanos debido a que la mortalidad, crecimiento y salud pueden variar por especie o grupos de especies. En esta *Guía de campo* se brindan recomendaciones generales sobre cómo registrarlas, contando con más información y referencias en el apéndice 2 de la *Guía de recursos*.

Se registra para: todos los árboles.

Procedimiento para especies desconocidas

Si una brigada tiene una suposición en cuanto a la identificación del género y/o especie, registra esa información, pero utiliza las notas para revisión del supervisor (consulta la sección 2.13) para indicar que se requiere asistencia para confirmar la especie.

Si la brigada se siente confiada sobre el género, pero duda del epíteto específico, registra solo la información del género. Por ejemplo, se deberá registrar la especie desconocida de un maple como *Acer* sp. (código ACER). Ten en cuenta que las plataformas de recolección de datos móviles deben incluir una opción para registrar sólo el género. La identificación a ese nivel taxonómico también puede ser aceptable para algunos géneros que son particularmente difíciles de identificar, debido a que algunos árboles urbanos tienen muchos híbridos y cultivares que son un reto diferenciar aun para los expertos. Los supervisores deben decidir con antelación cuáles géneros deben registrarse con información solo de género (consulta la sección 2.1.11 de la *Guía de recursos*).

Si se desconoce la especie por completo, registra como “latifoliada desconocida”, “conífera desconocida”, o “desconocida”.

Para el género y/o especie desconocida, toma fotos de lo siguiente: hojas, flor, fruto o semilla, corteza y un perfil completo del árbol. Las fotos de las hojas y las flores son más claras cuando se toman con fondo blanco (p. ej., hoja de papel en blanco o pizarra blanca pequeña). Etiqueta todas las fotos con la ubicación del árbol y el identificador del registro del árbol. Por ejemplo, toma una foto de la hoja de recolección de datos de campo seguida por fotos del árbol en cuestión (consulta la sección 2.5, Figura 5). Las brigadas que necesitan asistencia con identificación de especies deben mostrar las fotos al supervisor del proyecto y/o utilizar libros de identificación de árboles o páginas electrónicas (consulta la sección 2.1.12 y apéndice 2 de la *Guía de recursos*). No consideres las observaciones de este árbol como terminadas hasta que se resuelva el problema de la identificación de la especie, aun si la decisión es sencillamente dejar la especie como desconocida después de consultar con el supervisor u otros recursos. Un ejemplo de fotos de una especie desconocida se encuentra en la sección 2.13, Figura 15C.

Nota importante: las brigadas deben estar familiarizadas con las especies más comunes en la ciudad de estudio antes de iniciar el trabajo de campo, pero se pueden encontrar con árboles que las brigadas no reconocen. Lleva contigo recursos para la identificación de especies en campo. Son particularmente útiles las hojas de datos personalizadas para la identificación de árboles según la ciudad del proyecto o la región, así como libros de bolsillo de identificación de especies, que están disponibles con claves dicotómicas para usuarios con experiencia (aun cuando esos libros por lo general se enfocan en las especies nativas). El supervisor del proyecto debe sugerir los recursos apropiados para el proyecto. Para más recursos y orientación relacionada con la identificación de especies, consulta la sección 3.1 y el apéndice 2 de la *Guía de recursos*.

2.9 Estado de mortalidad

Descripción: el estado de mortalidad se registra si el árbol está vivo, muerto en pie, retirado, o en algún otro estado (Tabla 9, Figura 7). Si existe dificultad en decidir cómo clasificar el estado de mortalidad de un árbol, se deben registrar los detalles en las notas para revisión del supervisor (sección 2.13).

Justificación: el estado de mortalidad es un resultado esencial de muchos estudios de monitoreo para reportar las tasas de mortalidad y de supervivencia como métricas de desempeño y para entender el cambio de la población. Aun cuando es una variable categórica (para permitir la claridad sobre el estado de un árbol durante la recolección de datos), también se puede registrar como binario (sobrevivió/murió) para el análisis posterior de los datos, tales como el cálculo de la tasa de mortalidad. La combinación de árboles registrada como muerto en pie, tocón o retirado contaría como mortalidad, mientras que los árboles registrados como vivos contarían como supervivencia, y los árboles que nunca se plantaron no cuentan en los cálculos de tasa de mortalidad. Consulta la sección 1.1.1 de la *Guía de recursos* para conocer los términos relacionados con la mortalidad y la supervivencia y la sección 6.4 para conocer los antecedentes de las categorías de estado de mortalidad.

Se registra para: todos los árboles.

Nota importante: en este protocolo el concepto de “mortalidad” incluye tanto a los árboles que mueren en su lugar como aquellos que se retiran mientras siguen vivos. Esto está basado en investigaciones recientes de mortalidad de árboles urbanos (Hilbert *et al.*, 2019, Roman *et al.*, 2016). Los árboles que se clasifican como muertos en pie, tocones y retirados se deberán incluir al calcular las tasas de mortalidad. Además, por lo general es difícil, o casi imposible, que las brigadas puedan inferir si los árboles registrados como removidos estaban muertos o vivos en el momento en que los retiraron. Además, no hemos incluido una categoría para árboles de “reemplazo” (es decir, un árbol que se plantó para reemplazar un árbol que se retiró, en la misma ubicación); aun cuando algunos programas pueden encontrar útil esa información (consulta las secciones 2.1.15 y 2.5.3 de la *Guía de recursos*).

Para el monitoreo de repetición (es decir, una segunda observación o posterior), las brigadas deben confirmar que el árbol es realmente el mismo árbol a partir de datos previos (es decir, no un reemplazo plantado). Si un árbol dado se retira y reemplaza, entonces marca el estado de mortalidad de ese árbol como “retirado”. Las brigadas deben confirmar con su supervisor de proyecto si los árboles de reemplazo se están rastreando en dicho proyecto. Si es así, los supervisores deben seleccionar a partir de varias opciones dentro de la estructura de la base de datos la información para registrar el árbol de reemplazo (*Guía de recursos* sección 2.5).

Tabla 9. Categorías de estado de mortalidad

Categoría	Código	Descripción
Vivo	V	El árbol tiene hojas verdes y/o yemas vivas y tejido verde debajo de la corteza. Árboles extremadamente enfermos, como aquellos sin hojas, pero con yemas vivas, se incluyen en esta categoría.
Muerto en pie	MP	El árbol está muerto y mide más de 30.5 cm (12 pulgadas) de altura. Los árboles clasificados como muertos en pie deben estar completamente muertos sobre el suelo, sin hojas verdes, sin yemas vivas y sin tejido verde debajo de la corteza. Los árboles que tienen el tronco y las ramas muertas, pero tienen brotes basales vivos deben registrarse como muertos en pie (consulta la sección 2.10 sobre cómo registrar brotes basales).
Tocón	T	El árbol está muerto y mide menos de 30.5 cm (12 pulgadas) de altura. Esto incluye tocónes con brotes basales (consulta la sección 2.10 sobre cómo registrar brotes basales).
Retirado	R	Al árbol lo retiraron desde la última observación. No hay señales de un tocón. Esta categoría no es relevante para una línea base de un inventario de árboles (p. ej., en un inventario repetido de árboles de vía la categoría "retirado" no aplica en el primer inventario, pero sería relevante en años futuros).
Nunca se plantó	NP	El árbol nunca se plantó. Esta categoría solo es relevante para programas de monitoreo de plantaciones y programas de donaciones en donde el personal del programa no sabe con certeza si cada árbol que se entregó de hecho se plantó. Cuando esta categoría es relevante, ten cuidado en diferenciar entre la categoría de "retirado" y "nunca se plantó". Confirma con el residente o gerente del programa de plantación si el árbol de hecho se plantó.
Desconocido	D	El árbol tiene un estado desconocido (posiblemente por problemas en acceder a la propiedad o confusión sobre la ubicación del árbol). Nota: si se clasifica como desconocido, explica la situación en las notas para revisión del supervisor (consulta la sección 2.13).



Figura 7—Ejemplos de estado de mortalidad. (A) Vivo. Foto por B.C. Scharenbroch, utilizada con su autorización. (B) Vivo. Foto por Sacramento Tree Foundation, utilizada con su autorización. (C) Vivo. Foto de L.A. Roman, Servicio Forestal de USDA. (D) Vivo. Foto de J. Bond, utilizada con su autorización. (Continúa en la siguiente página).



Figura 7 (continuación)—Ejemplos de estado de mortalidad. (E) Muerto en pie. Foto de J. Bond, utilizada con su autorización. (F) Muerto en pie. Foto de L.A. Roman, Servicio Forestal de USDA. (G) Tocón. Foto de L.A. Roman, Servicio Forestal de USDA. (H) Retirado. Foto de J.P. Fristensky, utilizada con su autorización.

2.10 Brotes basales

Descripción: los brotes basales, a veces llamados retoños o brotes de agua, crecen de yemas que se encuentran en la base del tallo o en las raíces de un árbol. Los brotes basales pueden indicar que el sistema radicular sigue vivo en un tocón o árbol muerto en pie o que el árbol está estresado por diversos factores. Registra como presente (P) si los brotes basales están presentes, o ausente (A) si no hay brotes basales presentes.

Justificación: los brotes basales se registran para complementar el estado de mortalidad. Los árboles con el tronco principal muerto pueden tener brotes basales, y si esos árboles no se retiran, pueden volver a crecer a partir de los rebrotes. Aun cuando es poco común, esta situación ocasionalmente sucede en áreas urbanas y es relevante para calcular las tasas de mortalidad.

Se registra para: árboles con estado de mortalidad: muerto en pie o tocón.

Nota importante: si el brote basal de un tocón muerto volvió a crecer convirtiéndose en un árbol (es decir, ha llegado a alcanzar un cierto número de metros/pies de altura), entonces registra el diámetro a la altura del pecho¹ (consulta la sección 2.12). Para consideraciones sobre si el árbol que crece de un brote basal debe contarse como árbol de reemplazo o el mismo árbol original, consulta la sección 2.1.16 en la *Guía de recursos*.

2.11 Vitalidad de la copa

Descripción: la vitalidad de la copa se clasifica en cinco clases basadas en la examinación visual de la salud de la copa (Tabla 10). Es una evaluación de la salud general de la copa y refleja la proporción de la copa con problemas de follaje y pérdida significativa de ramas. Nota que la vitalidad de la copa no involucra evaluar la condición del tronco ni la estabilidad estructural (Figuras 8 y 9).

Justificación: la vitalidad de la copa es una evaluación visual completa de la salud del árbol que puede predecir la mortalidad a futuro, el crecimiento y el deterioro de la salud. Existen muchos otros sistemas para observar la salud del árbol, su condición y vitalidad, que se abordan en la sección 6.5 de la *Guía de recursos*.

Se registra para: árboles con estado de mortalidad vivo o muerto en pie.

¹En Estados Unidos la altura estándar a la que se mide el diámetro del tronco es de 1.37 metros (4.5 pies) desde el nivel del suelo. En países en los que se emplea el sistema métrico se mide a 1.30 metros

Tabla 10—Descripciones de clases de vitalidad de la copa. Clase 5 (muerto) en la vitalidad de la copa se alinea con “muerto” como categoría de estado de mortalidad en pie (consulta la Tabla 9).

Vitalidad de la copa	Descripción
1	Sano; el árbol parece estar en buena salud; no hay mortalidad de ramas significativa ni ramas grandes fracturadas; menos del 10 por ciento acumulativo de muerte regresiva de ramillas o ramas finas, decoloración de follaje y/o defoliación presente.
2	Ligeramente enfermo; muerte regresiva de ramillas o ramas finas, decoloración de follaje y/o defoliación presente en 10 al 25 por ciento de la copa; 25 por ciento o menos de ramas fracturadas o área de copa faltante con base en evidencia visual de ramas fracturadas o muertas (no podadas).
3	Moderadamente enfermo; muerte regresiva de ramillas o ramas finas, decoloración de follaje y/o defoliación presente en 26 al 50 por ciento de la copa; no más del 50% de ramas fracturadas o área de copa faltante con base en evidencia visual de ramas fracturadas o muertas (no podadas).
4	Severamente enfermo; muerte regresiva de ramillas o ramas finas, decoloración de follaje y/o defoliación presente en más del 50 por ciento de la copa, pero el follaje presente indica que el árbol está vivo; ramas fracturadas o área de copa faltante con base en evidencia visual de ramas fracturadas o muertas (no podadas) en más del 50 por ciento.
5	Muerto; árboles clasificados como muertos deben estar completamente muertos sobre el suelo, sin hojas verdes, sin yemas vivas y sin tejido verde debajo de la corteza.

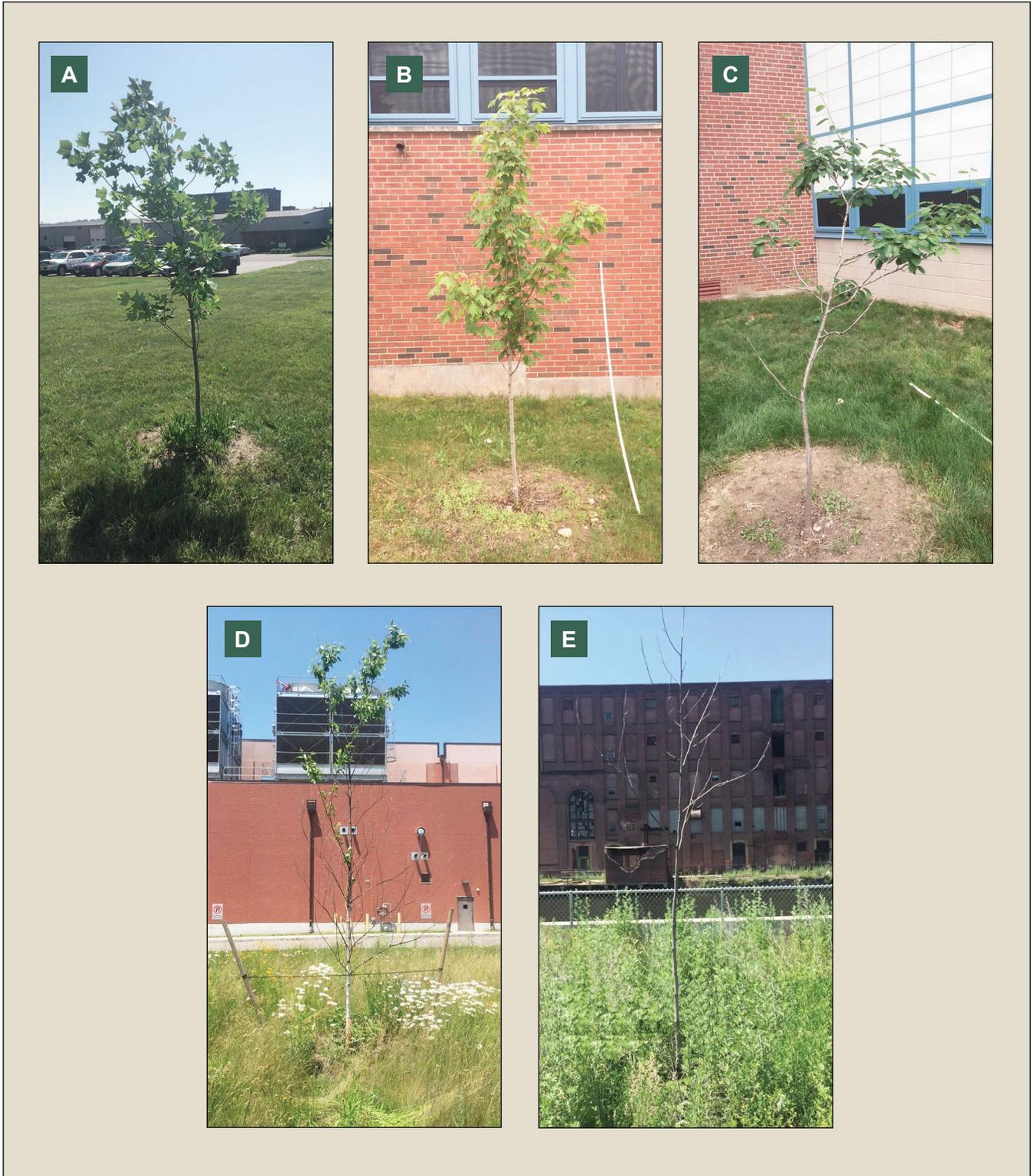


Figura 8—Ejemplos de vitalidad de la copa en árboles jóvenes plantados recientemente. (A) Vitalidad de la copa clase 1, sano. (B) Vitalidad de la copa clase 2, ligeramente enfermo. (C) Vitalidad de la copa clase 3, moderadamente enfermo. (D) Vitalidad de la copa clase 4, severamente enfermo. (E) Vitalidad de la copa clase 5, muerto en pie. Todas las fotos por B.S. Breger, utilizadas con su autorización.



Figura 9—Ejemplos de vitalidad de la copa en árboles de la vía (de alineación) maduros. (A) Vitalidad de la copa clase 1, sano. (B) Vitalidad de la copa clase 2, ligeramente enfermo. (C) Vitalidad de la copa clase 3, moderadamente enfermo. (D) Vitalidad de la copa clase 4, severamente enfermo. (E) Vitalidad de la copa clase 5, muerto en pie. Todas las fotos por R.A. Hallett, Servicio Forestal de USDA.

2.12 Diámetro del tronco

Descripción: el diámetro del tronco se registra ya sea como diámetro a la altura del pecho (DAP) o como diámetro medido a la base (DMB), según las características del árbol. El diámetro a la altura del pecho se mide a 1.37 m (4.5 pies) sobre el suelo y el DMB a 30.5 cm (1 pie) sobre el suelo. Mientras que el DAP es la manera estándar en que los ecólogos forestales y la mayoría de los dasonomos urbanos miden el tamaño del tronco, el DMB es una manera común de reportar los tamaños en el inventario de viveros y árboles recién plantados. La ramificación y el follaje a 1.37 m (4.5 pies) y otros problemas prácticos con frecuencia presentan retos al medir el DAP en árboles muy pequeños. En todo este protocolo, la palabra “tallo” significa lo mismo que “tronco”, siguiendo la convención de dasonomía y arboricultura.

Registra el DAP para los árboles de al menos 2.5 cm (1 pulgada) en diámetro a 1.37 m (4.5 pies). Para los árboles con un tallo de diámetro más pequeño que 2.5 cm (1 pulgada) a 1.37 m (4.5 pies) mide el DMB a 30.5 cm (1 pie) sobre el suelo. El diámetro a veces también se registra más abajo de 1.37 m (4.5 pies) debido a una estructura bifurcada y otras consideraciones especiales.

Para más detalles sobre otras maneras de medir el diámetro del tronco y problemas con respecto a la calidad y consistencia de los datos y el uso previsto para los datos de diámetro del tronco, consulta la sección 6.6 de la *Guía de Recursos*.

Justificación: el diámetro del tronco es la única variable que requiere un dispositivo de medición en este conjunto de datos mínimos (es decir, las otras variables son categóricas). Tanto el diámetro como la altura a la cual se mide se debe registrar para facilitar la re-medición en exactamente el mismo punto en el árbol a futuro. El diámetro del tronco se utiliza para entender la distribución de las clases diamétricas del bosque urbano y para predecir el riesgo de mortalidad. Las re-mediciones del diámetro permiten analizar las tasas de crecimiento. Consulta la sección 6.6 de la *Guía de recursos* para leer sobre los antecedentes de por qué estos protocolos recomiendan registrar árboles polifurcados de una manera en particular.

Se registra para: todos los árboles vivos y árboles muertos en pie.

Diámetro del tronco—Qué registrar

1. La altura en la que se mide el diámetro del tronco.
 - Esto se debe registrar para CADA ÁRBOL que tiene una medición de diámetro del tronco. No dejes en blanco suponiendo que 1.37 m (4.5 pies) es el estándar. Conocer la altura exacta donde se tomó la medida es esencial para tener re-mediciones precisas para el crecimiento.
 - Mide a partir de la base del tronco (donde se une con el suelo). Las brigadas pueden utilizar una vara que lleve una marca exactamente a los 1.37 m (4.5 pies) como un método eficiente para mediciones de campo consistentes. Si están midiendo árboles de la vía (de alineación) recientemente plantados, la medición de la altura puede tomarse de la banqueta en vez de contra el tronco al nivel del suelo, debido a que el nivel del suelo y el mantillo pueden variar con el tiempo. Si están midiendo árboles de la vía más maduros,

la medición de la altura puede tomarse desde la base del tronco. La decisión sobre dónde medir la altura del DAP se debe registrar al inicio del proyecto y las brigadas deben aplicarla de manera consistente.

2. Diámetro del tronco.
3. Unidades de medición (se registra solo una vez por brigada).
 - El supervisor debe determinar la unidad de medición preferente para todas las brigadas, así como el nivel de precisión (p. ej., milímetro, un décimo de pulgada), que con frecuencia está relacionado con el equipo disponible. Consulta la Guía de recursos (sección 6.6) para más información sobre las unidades de medición y la precisión relacionada con el monitoreo de árboles.
 - Si es una medición de seguimiento (o re-inventario), utiliza la misma unidad de medición y el mismo dispositivo (p. ej., cinta de medición de tela en vez de metal) como la medición inicial y registra el diámetro a la misma altura. Si no se puede registrar el diámetro a la misma altura (p. ej., por lesión importante donde se registró el diámetro la última vez), explica por qué en las notas para revisión del supervisor (consulta la sección 2.13) y registra la nueva altura.

2.12.1 Mejores prácticas para medir el diámetro del tronco

Las siguientes páginas contienen un breve resumen de las mejores prácticas para medir el DAP y el DMB. Consulta el apéndice 3 para una lista del equipo de campo.

La precisión de las mediciones del diámetro del tronco tiene implicaciones para el análisis de los datos. Para estudios de crecimiento de árboles, se sugiere utilizar el milímetro más cercano o la décima de pulgada más cercana (dependiendo si las brigadas utilizan unidades del sistema métrico o inglés). Confirma con el supervisor del proyecto sobre el nivel de precisión requerido en el proyecto y sé consistente en todas las mediciones de campo, incluyendo mediciones repetidas a futuro de los mismos árboles. Consulta la sección 2.1.10 de la *Guía de recursos* para más información sobre otras opciones para medir con precisión y sus implicaciones.

La cinta diamétrica (d-tape) es el mejor equipo para medir el DAP en la mayoría de las circunstancias. Esta herramienta especializada tiene la conversión de circunferencia a diámetro en un lado de la cinta (Figura 10A). Asegúrate de que la cinta diamétrica que se está utilizando tiene las unidades y graduaciones adecuadas (p. ej., milímetro o décima de pulgada). Sin embargo, la cinta diamétrica puede tener un costo muy alto para algunos proyectos. Consulta la sección 3.3 de la *Guía de recursos* para más información sobre otras herramientas para medir el DAP.

Utiliza bastones personalizados, estadal de medición, o cinta casera para medir la altura al punto del diámetro. Un bastón que haya sido marcado a exactamente 1.37 m (4.5 pies) puede ser un método eficiente para tener mediciones de campo consistentes y es aplicable para todo árbol que no tenga consideraciones especiales (consulta la sección 2.12.3) o que son polifurcados (consulta la sección 2.12.4) donde la altura del DAP se tendría que ajustar y registrar. Los estadales de medición con las medidas de altura marcadas (con frecuencia hechos de tubería de PVC, por lo

general de 1 o 2 pulgadas de diámetro) también se pueden utilizar para registrar el punto exacto de medición. Por último, una cinta de medición rígida (a veces llamada flexómetro o cinta de ingeniero) también se puede utilizar para medir la altura al punto de medición. Aun cuando se puede utilizar la cinta diamétrica para esto, la cinta suave puede ser un reto para medir la altura. Si dos personas están midiendo el árbol, es útil que una persona mida la altura al punto del DAP y la otra mida el diámetro en sí.

La forcípula es adecuada para árboles de diámetro pequeño, menores a 2.5 cm (1 pulgada) medido a 1.37 m (4.5 pies) sobre el suelo (Figura 10B). Dichos árboles pueden ser poco prácticos de medir con la cinta diamétrica. Al utilizar la forcípula, toma dos mediciones perpendiculares y apunta el promedio. La forcípula también se puede necesitar si la cinta diamétrica es difícil de envolverla alrededor del tronco, debido a cicatrices de podas antiguas, por ejemplo.

Existe una variedad de consideraciones especiales y muchos errores comunes al registrar el DAP (Tabla 11). Las brigadas deben estar familiarizadas con las instrucciones contenidas en las siguientes páginas antes de iniciar el trabajo de campo.

Notas importantes:

- *Caliper*, en inglés, hace referencia tanto a una medición (diámetro a 30.5 cm [1 pie]) como al equipo que se utiliza para medir el diámetro. En este protocolo se refiere al equipo como “forcípula”, mientras que DMB se refiere a la altura de la medición.
- Siempre registra la altura exacta a la que se midió el diámetro. Comúnmente, el diámetro del tronco se registra a 1.37 m (4.5 pies), pero a veces se utilizan otras alturas debido a las siguientes consideraciones especiales. Se debe registrar la altura de la medición para permitir a las brigadas futuras registrar el diámetro en el mismo lugar en el árbol para poder calcular el crecimiento del diámetro (o las brigadas pueden hacer una marca en el árbol, consulta la sección 6.6 de la *Guía de recursos*).
- 4. No registres diámetros del tronco estimados visualmente o “medido a ojo”. Las mediciones deben ser precisas debido a que el enfoque de estos protocolos es monitorear el cambio en el transcurso del tiempo. El único motivo apropiado para que un diámetro sea medido a ojo es cuando hay una obstrucción, se negó el acceso, o una inquietud por seguridad impacta la medición física del árbol. Registra en las notas para revisión del supervisor que se tomó una estimación visual.

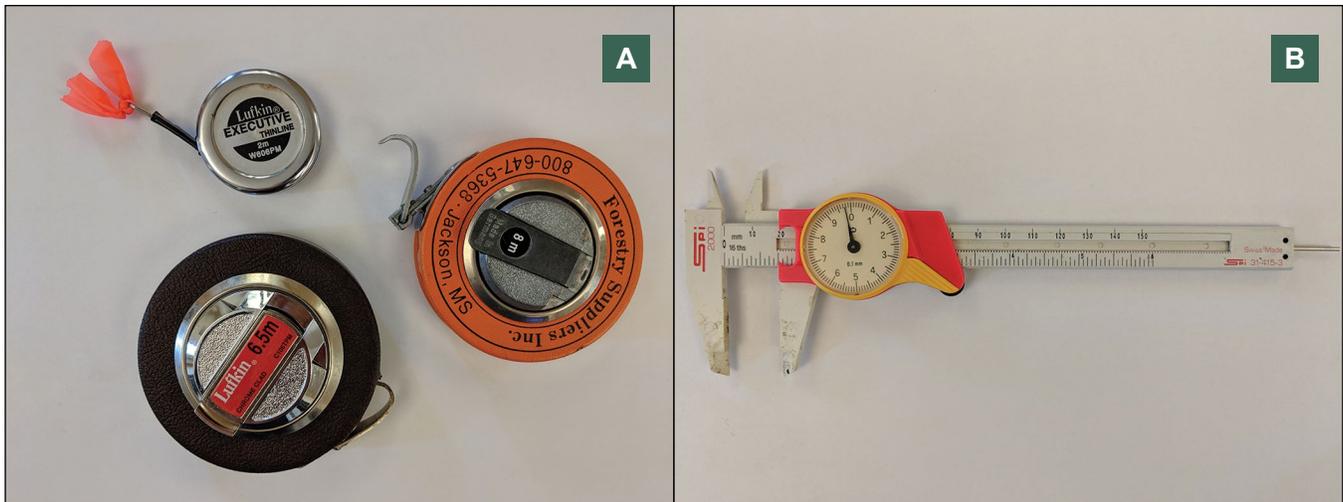


Figura 10—Equipo para medir el diámetro del tronco: (A) cinta diamétrica, (B) forcípula. Fotos de N.S. van Doorn. Servicio Forestal del USDA.

2.12.2. Cómo utilizar la cinta diamétrica

La cinta especial para medir el DAP (cinta diamétrica) es fácil de utilizar, pero requiere práctica. A continuación, encontrarás algunos consejos para evitar los errores comunes que se cometen con la cinta diamétrica.

Mide el diámetro, no la circunferencia. La cinta diamétrica por lo general tiene dos lados: (1) un lado regular con unidades graduadas que se utilizan para medir la circunferencia del tronco y (2) un lado calibrado especialmente con unidades graduadas utilizadas para medir el diámetro ($\text{diámetro} = \text{circunferencia}/\pi$). Confirma que estás utilizando el lado correcto de la cinta antes de medir el árbol.

Confirma que la cinta está perpendicular al tronco. La cinta se puede atorar en la corteza o voltearse alrededor de troncos grandes. La cinta debe estar perpendicular al tronco (consulta la sección 2.12.3 para leer las instrucciones sobre árboles inclinados).

Confirma que la cinta está bien ajustada. La cinta diamétrica debe estar plana y bien ajustada alrededor del tronco, sin estirarla en exceso. Esto es especialmente importante si hay corteza suelta. Nota que las cintas de tela pueden estirarse después de usarlas repetidamente y estirarlas en exceso, así que ten cuidado de no estirar con mucha fuerza.

Si hay enredaderas presentes, coloca la cinta por debajo de la enredadera (de ser posible). El DAP debe medir el diámetro del tronco, no el diámetro del tronco en combinación con la enredadera. Si la enredadera impide el registro adecuado del diámetro del tronco, anota esto en las notas para revisión del supervisor (consulta la sección 2.13).

Cuando tengas dudas, comunícate con el supervisor y toma notas. El diámetro a la altura del pecho es uno de los datos más importantes en este protocolo. Si existen dificultades para obtener el DAP en un árbol en particular, toma notas (consulta la sección 2.13, notas para revisión del supervisor) y comunícate con el supervisor para solicitar su orientación.

Asegúrate de leer los números en la dirección correcta (Figuras 11 y 12). Un error común al utilizar la cinta diamétrica es leer los números de izquierda a derecha, cuando los números deben leerse de derecha a izquierda. Existen, sin embargo, diferentes estilos de cintas diamétricas, así que confirma cuál es la manera correcta de utilizar la cinta diamétrica que tienes a la mano.



Figura 11—La cinta diamétrica en la imagen de arriba está envuelta en sentido de las manecillas del reloj alrededor del tronco. La medición correcta del diámetro es 4.3 pulgadas, leyéndolo de derecha a izquierda. Registra el resultado de la cinta diamétrica donde se traslapa la marca del cero. Algunos brigadistas que son nuevos trabajando con la cinta diamétrica pueden registrar equivocadamente este árbol en 5.7 pulgadas. Foto de E. Desotelle, utilizada con su autorización.



Figura 12—Ejemplo de mediciones del DAP hechas de manera correcta e incorrecta. (A) Correcta: la cinta diamétrica está perpendicular al tronco y posicionada por debajo del ensanchamiento de la ramificación. Foto de J.P. Fristensky, utilizada con su autorización. (B) Correcta: se ajustó la altura de la cinta diamétrica para evitar el ensanchamiento de la ramificación y la irregularidad del tronco. Foto de J.P. Fristensky, utilizada con su autorización. (C) Incorrecta: la cinta diamétrica debe colocarse por debajo de cualquier rebrote y también colocarse para evitar irregularidades. Foto de J.P. Fristensky, utilizada con su autorización. (D) Incorrecta: la colocación de la cinta diamétrica está demasiado suelta y debe estar perpendicular al tronco. Foto de E. Desotelle, utilizada con su autorización.

2.12.3. Consideraciones especiales para el DAP

Tabla 11. Consideraciones especiales para medir el DAP

Situación	Instrucción	Ejemplo
Árbol con abultamiento o cuello de botella	Mide el árbol a 0.46 m (1.5 pies) sobre el borde del abultamiento o cuello de botella si este se extiende 0.91 m (3 pies) o más sobre el suelo.	
Árbol con irregularidades en el DAP	En árboles con abultamientos, protuberancias, hundimientos o ramas a 1.37 m (4.5 pies), mide inmediatamente por encima de la irregularidad en el lugar donde ésta ya no afecte la forma normal del tallo.	
Árbol inclinado	Mide el diámetro a 1.37 m (4.5 pies) sobre el suelo. La distancia de 1.37 m (4.5 pies) se mide a lo largo del lado inferior del tronco. Mide el diámetro perpendicular al tronco.	
Árbol en pendiente	Mide el diámetro a 1.37 m (4.5 pies) del suelo, a lo largo del tronco del lado de la pendiente ascendente del árbol. Si el árbol está inclinado en la pendiente, mide el diámetro como se indica en la categoría de "árbol inclinado".	
Árbol vivo derribado por el viento/Árbol vivo postrado	Mide desde la parte superior del cuello de la raíz hasta 1.37 m (4.5 pies) de largo.	
Árbol en jardinera elevada	Mide a 1.37 m (4.5 pies) sobre el nivel del suelo, salvo si la altura es impráctica en cuyo caso el árbol debe medirse a 0.61 m (2 pies) sobre el nivel del suelo.	

2.12.4 Árboles polifurcados

Los árboles con tallos múltiples, también llamados árboles polifurcados, pueden significar un reto para medirlos y con frecuencia requieren más tiempo y atención al detalle. Para que pueda considerarse un tallo adicional, el tallo en cuestión debe tener al menos 1/3 del diámetro del tronco principal y debe ramificarse del mismo a un ángulo de 45 grados o menos. Es decir, uno no debe registrar el diámetro de una rama baja horizontal.

Para ser consistentes con todas las brigadas y permitir la re-medición del crecimiento del DAP, se recomienda seguir los siguientes lineamientos. Sin embargo, existen diferentes métodos para abordar los árboles polifurcados, que se incluyen en la sección 6.6 de la *Guía de recursos*.

Escenario 1: si el árbol se bifurca a 30.5 cm (1 pie) o menos, registrarlos como tallos separados. Empieza con el tallo más grande y registra en dirección de las manecillas del reloj. Si hay muchos tallos, mide hasta seis (los seis más grandes). Para cada tallo, sigue las reglas del DAP para consideraciones especiales con respecto a la altura de medición. Registra la altura a la que se midió el DAP por separado para cada tallo.

Escenario 2: si el árbol se bifurca entre 30.5 cm (1 pie) y 1.37 m (4.5 pies) registra como un solo tronco. Registra tan cerca a los 1.37 m (4.5 pies) como sea razonable dado cualquier abultamiento cerca de la bifurcación. La altura de la medición puede ser tan abajo como 30.5 cm (1 pie). Consulta la sección 6.6 de la *Guía de recursos* para más información sobre este escenario, debido a que algunos supervisores de proyectos pueden preferir utilizar el DMB a 30.5 cm (1 pie) como la altura de medición estándar.

Esta instrucción es adecuada para los géneros enumerados en la Figura 13. Este escenario se puede aplicar para otros géneros también. Esta no es una lista exhaustiva y el supervisor puede indicar otros géneros relevantes para el área de estudio.

Escenario 3: si el árbol se bifurca a los 1.37 m (4.5 pies) o más, registra como un solo tronco. Registra a 1.37 m (4.5 pies), prestando atención a todas las otras consideraciones especiales. (Figura 14).

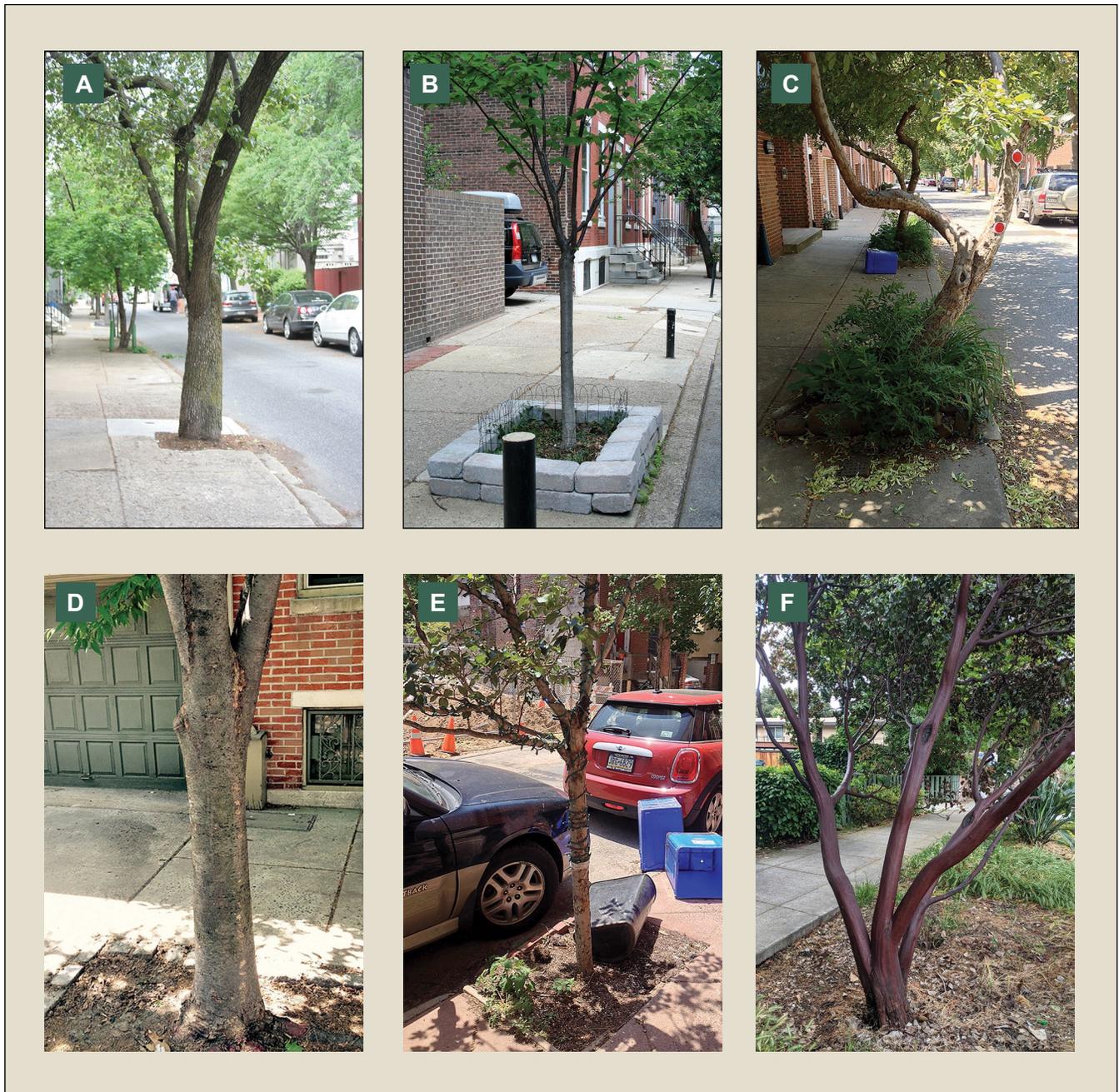


Figura 13—Registro del DAP para árboles polifurcados. Mide un solo tallo en los árboles que se bifurcan entre 30.5 cm (1 pie) y 1.37 m (4.5 pies), como el ejemplo que se muestra aquí: (A) *Pyrus sp.*, (B) *Prunus sp.*, (C) *Malus sp.*, (D) *Zelkova serata* y (E) *Crataegus sp.* Para los árboles que se bifurcan por debajo de 30.5 cm (1 pie), registra el DAP de múltiples tallos a 1.37 m (4.5 pies), como en el ejemplo (F) *Arbutus sp.* Las fotos A a la E fueron tomadas de J.P. Fristensky, utilizadas con su autorización. Foto F de Natalie van Doorn, Servicio Forestal del USDA.



Figura 14—Ejemplos de mediciones de DAP en árboles con irregularidades. Utiliza las instrucciones en la sección 2.12.13 de esta Guía de campo para las reglas con respecto a las circunstancias especiales. (A) DAP para un árbol de un solo tallo medido a una altura de 1.22 m (4 pies) para evitar el abultamiento (ensanchamiento en la ramificación). (B) Para registrar el DAP para un árbol de un solo tallo que tiene irregularidades, mide por encima del abultamiento y registra la altura de la medición. Fotos de J.P. Fristensky, utilizadas con su autorización.

2.13 Notas para revisión del supervisor

Descripción: siempre que se presente un reto con un árbol que no se pueda resolver en campo, toma notas para el supervisor. Las notas pueden incluir las dificultades con la identificación de la especie, el estado de mortalidad, la medición del diámetro del tronco u otras variables. Al insertar una nota, se marca el árbol para revisión por parte del supervisor del proyecto.

Justificación: las notas para revisión pueden ayudar al supervisor del proyecto o analista de datos a entender las peculiaridades de un registro específico.

Categorías para revisión

En la hoja de recolección de datos de campo o en una plataforma de recolección de datos móvil, marca uno o más de los elementos en la siguiente lista para alertar al supervisor sobre el problema potencial. Marcar una variable le permite a los supervisores e investigadores identificar y resolver los problemas comunes en todo el proyecto.

- Registro del identificador del árbol
- Ubicación
- Tipo de sitio
- Uso del suelo
- Especie
- Vitalidad de la copa
- Diámetro del tronco
- Estado de mortalidad
- Brotes basales

Se registra para: todo árbol que tenga un problema especial que requiera la retroalimentación o consulta del supervisor, que fuera útil que los analistas de datos revisen o que sea de utilidad para las brigadas futuras. Sin embargo, esto no significa que las brigadas deben registrar cada detalle; registrar los problemas que son especialmente particulares o inusuales y siempre que sea posible, solucionen problemas en campo (Figura 15).



Figura 15—Ejemplos de notas para revisión del supervisor. (A) Estado de mortalidad: vivo. Notas para revisión del supervisor: reducción del tallo/desmoche a 0.61 m (2 pies) de altura, el tronco principal sigue vivo, pero no se registró el DAP. Foto de L.A. Roman, Servicio Forestal del USDA. (B) Estado de mortalidad: muerto en pie. Brotes basales: presentes. Notas para revisión del supervisor: tallo principal muerto con brotes basales, sin copa. Foto de L.A. Roman, Servicio Forestal del USDA. (C) Especie: desconocida. Notas para revisión del supervisor: necesito ayuda con identificación de especies, tomé fotos de sus características. Foto de J.P. Fristensky, utilizada con su autorización.

Agradecimientos

La elaboración de esta *Guía de campo* se facilitó gracias al grupo de trabajo Urban Tree Growth and Longevity (UTGL), [Crecimiento y Longevidad de Árboles Urbanos], afiliado al Arboriculture Research and Education Academy [Academia de Educación e Investigación de Arboricultura] de la International Society of Arboriculture [Sociedad Internacional de Arboricultura]. Además de los co-autores de este reporte, muchos miembros de UTGL contribuyeron en la elaboración de la *Guía de campo*, incluyendo a Jerry Bond, Emily King, Burney Fischer, Michele Bigger, Jennifer Karps, Doug Wildman, Steve Kremske y Jess Sanders. Les agradecemos a estas personas por ayudar a diseñar la lista de variables principales del Conjunto de Datos Mínimos y brindar retroalimentación importante en los borradores iniciales y a muchos más miembros del UTGL por sus contribuciones al proyecto de Monitoreo de Árboles Urbanos. También agradecemos a los voluntarios y practicantes que participaron en la prueba piloto de 2014 de esta *Guía de campo* (Roman *et al.*, 2017) y que aportaron una valiosa retroalimentación para modificar el protocolo. Agradecemos a Rachel Holmes de The Nature Conservancy, Lauren Bradford y Bill Toomey (anteriormente de The Nature Conservancy) y muchos practicantes asociados con esa organización, por implementar un borrador de trabajo para esta *Guía de campo* y aportar una valiosa retroalimentación. También estamos agradecidos con los colegas que revisaron el borrador final de esta *Guía de campo*: Yasha Magarik, Eric North, Sjana Schanning y Marin Palmer. Por último, queremos agradecer a los profesionales de dasonomía urbana cuyo interés en el monitoreo de árboles nos inspiró a producir esta *Guía de campo*, especialmente aquellos que compartieron sus perspectivas sobre las metas del monitoreo y los retos en un estudio previo (Roman *et al.*, 2013).

La prueba piloto de esta *Guía de campo* recibió el apoyo financiero del Morton Arboretum. El financiamiento para utilizar los protocolos de la *Guía de Campo* con monitoreo de árboles de la vía (de alineación) a largo plazo se dio en conjunto con la iniciativa Healthy Trees, Healthy Cities de The Nature Conservancy. El financiamiento para terminar esta *Guía de campo* lo proporcionó el programa de Urban and Community Forestry del Servicio Forestal del USDA, en asociación con la Universidad de California, Berkeley y la Estación de Investigación del Pacífico Suroeste del Servicio Forestal.

Arte original y otras ilustraciones creadas por Lindsay Shafer y refinadas por Jason Fristensky.

Bibliografía

- Boyer, D.J.; Roman, L.A.; Henning, J.G.; McFarland, M.; Dentice, D. [et al.]. 2016. **Data management for urban tree monitoring – software requirements.** Azavea: Philadelphia, PA. 124 p. Available at <http://www.azavea.com/research/urban-tree-monitoring> (accessed Feb. 12, 2020).
- Clark, J.R.; Matheny, N.P.; Cross, G.; Wake, V. 1997. **A model of urban forest sustainability.** *Journal of Arboriculture.* 23: 17-30.
- Dawson, J.O.; Khawaja, M.A. 1985. **Change in street-tree composition of two Urbana, Illinois neighborhoods after fifty years: 1931-1982.** *Journal of Arboriculture.* 11: 344-348.
- Hallett, R.; Johnson, M.L.; Sonti, N.F. 2018. **Assessing the tree health impacts of salt water flooding in coastal cities: A case study in New York City.** *Landscape and Urban Planning.* 177: 171-177. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.05.004>.
- Hilbert, D.R.; Roman, L.A.; Koeser, A.K.; Vogt, J.; van Doorn, N.S. 2019. **Urban tree mortality: A literature review.** *Arboriculture & Urban Forestry.* 45: 167-200.
- i-Tree. 2017. **i-Tree Eco field guide, ver. 6.0.** April 16, 2017. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service and Kent, OH: Davey Tree Expert Co., and other cooperators. 45 p. Available at <https://www.itreetools.org> (accessed July 11, 2017).
- Ko, Y.; Lee, J.; McPherson, E.G.; Roman, L.A. 2015a. **Factors affecting long-term mortality of residential shade trees: Evidence from Sacramento, California.** *Urban Forestry & Urban Greening.* 14: 500-507. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.05.002>.
- Ko, Y.; Lee, J.; McPherson, E.G.; Roman, L.A. 2015b. **Long-term monitoring of Sacramento Shade program trees: Tree survival, growth and energy-saving performance.** *Landscape and Urban Planning* 143: 183-191. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.07.017>.
- Koeser, A.K.; Gilman, E.F.; Paz, M.; Harchick, C. 2014. **Factors influencing urban tree planting programs growth and survival in Florida, United States.** *Urban Forestry & Urban Greening.* 13: 655-661. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.06.005>.

- Martin, M.P.; Simmons, C.; Ashton, M.S. 2016. **Survival is not enough: The effects of microclimate on tree growth and health of three common urban tree species in San Francisco, California.** *Urban Forestry & Urban Greening*. 19: 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.06.004>.
- Roman, L.A.; McPherson, E.G.; Scharenbroch, B.C.; Bartens, J. 2013. **Identifying common practices and challenges for local urban tree monitoring programs across the United States.** *Arboriculture & Urban Forestry*. 39: 292-299.
- Roman, L.A.; Battles, J.J.; McBride, J.R. 2014a. **Determinants of establishment survival for residential trees in Sacramento County, CA.** *Landscape & Urban Planning*. 129: 22-31. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.05.004>.
- Roman, L.A.; Battles, J.J.; McBride, J.R. 2014b. **The balance of planting and mortality in a street tree population.** *Urban Ecosystems*. 17: 387-404. <https://doi.org/10.1007/s11252-013-0320-5>.
- Roman, L.A.; Battles, J.J.; McBride, J.R. 2016. **Urban tree morality: A primer on demographic approaches.** Gen. Tech. Rep. NRS-158. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 24 p. <https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-158>.
- Roman, L.A.; Scharenbroch, B.C.; Östberg, J.P.A.; Mueller, L.S.; Henning, J.G. [et al.]. 2017. **Data quality in citizen science urban tree inventories.** *Urban Forestry & Urban Greening* 22: 124-135. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.02.001>.
- Silva, P.; Barry, E.; Plitt, S. 2013. **TreeKIT: Measuring, mapping, and collaboratively managing urban forests.** *Cities and the Environment*. 6(1): article 3.
- U.S. Department of Agriculture, Forest Service [USDA FS]. 2017a. **Forest Inventory and Analysis national urban FIA plot field guide: Field data collection procedures for urban FIA plots, version 7.1.** U.S. Forest Service. Available at <http://www.nrs.fs.fed.us/fia/urban> (accessed July 11, 2017).
- van Doorn, N.S.; Roman, L.A.; McPherson, E.G.; Scharenbroch, B.C.; Henning, J.G. [et al.]. 2020. **Urban tree monitoring: A resource guide.** Gen. Tech. Rep. PSW-266. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. 130 p.
- Vogt, J.M.; Watkins, S.L.; Mincey, S.K.; Patterson, M.S.; Fischer, B.C. 2015. **Explaining planted-tree survival and growth in urban neighborhoods: A social-ecological approach to studying recently planted trees in Indianapolis.** *Landscape & Urban Planning*. 136: 130-143. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.11.021>.

Apéndice 1: Ficha de ayuda para recolección de datos en campo

<p style="text-align: center;"><u>Tipo de sitio</u></p> <p>Árboles en superficies duras (hardscape)</p> <p>CA Cepa en acera FP Franja de plantación a lo largo de la acera C Camellón M Maceta OD Otra superficie dura</p> <p>Árboles en superficies no duras (non-hardscape) con mantenimiento</p> <p>JF Jardín frontal JL Jardín lateral JT Jardín trasero PM Parque con mantenimiento OM Otra área paisajística con mantenimiento</p> <p>Árboles en áreas naturales</p> <p>AN Área natural</p>	<p style="text-align: center;"><u>Brotos basales</u></p> <p>Se registra para árboles con estado de mortalidad: muerto en pie o tocón</p> <p>Registra P para “presente” si los brotes basales están presentes o A para “ausente” si no hay brotes basales presentes.</p> <p>Si el brote basal creció hasta llegar a ser un árbol (llegó a varios metros/pies de altura) entonces empieza a registrar el DAP</p>
<p style="text-align: center;"><u>Uso del suelo</u></p> <p>RUF-I Residencial unifamiliar independiente RUN-A Residencial unifamiliar anexa RMF Residencial multifamiliar UMIX Uso mixto COM Comercial IND Industrial INST Institucional PM Parque con mantenimiento AN Área natural CEM Cementerio CG Campo de golf AG Agrícola SP Servicios públicos A/H Acuático/Humedal TR Transporte LB Lote baldío O Otro</p>	<p style="text-align: center;"><u>Diámetro del tronco</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Utiliza la precisión indicada por el supervisor del proyecto. • Mide a 1.37 m (4.5 pies) sobre el suelo, pero sigue las reglas para ajustar la altura. • Utiliza el lado correcto de la cinta para medir el diámetro (no la circunferencia). • Mantén la cinta perpendicular al tronco. • Asegúrate que la cinta esté bien ajustada. • Colócala debajo de enredaderas, de haberlas. • Cuando surja una duda: toma notas y comunícale con el supervisor. • En casos especiales y árboles polifurcados consulta la sección 2.12 de la <i>Guía de campo</i>. <p>Nota: Siempre registra la altura exacta a la que se tomó el diámetro ya sea 1.37 m (4.5 pies) u otra debido a consideraciones especiales.</p>
<p style="text-align: center;"><u>Estado de mortalidad</u></p> <p>V Vivo MP Muerto en pie T Tocón R Retirado NP Nunca se plantó D Desconocido</p>	<p style="text-align: center;"><u>Notas para revisión del supervisor</u></p> <p>Toma notas para marcar un árbol para revisión del supervisor del proyecto. Asegúrate de incluir la variable relevante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro del identificador del árbol • Ubicación • Foto del árbol • Tipo de sitio • Uso del suelo • Especie • Estado de mortalidad • Brotos basales • Vitalidad de la copa • Diámetro del tronco
<p style="text-align: center;"><u>Vitalidad de la copa</u></p> <p>1 Saludable 2 Ligeramente enfermo 3 Moderadamente enfermo 4 Severamente enfermo 5 Muerto</p>	

Apéndice 2: Hoja de recolección de datos de campo

La hoja de datos en la siguiente página tiene el propósito de recabar datos de árboles de la vía (de alineación) a nivel de la cuadra utilizando el método de distancia al borde de una cuadra para su ubicación. Al registrar más de un valor de DAP para un árbol utilizando esta hoja de datos, apúntalos en las filas subsiguientes. Cuando haya notas para revisión del supervisor, inclúyelas en la parte inferior, utilizando el registro de identificador del árbol para indicar cuál árbol y empleando el área “Para variables” para indicar a qué variable pertenece el comentario.

Apéndice 3: Equipo de campo

La siguiente es una lista del equipo que debe llevarse a campo para recolectar el conjunto de datos mínimos que se detalla en esta *Guía de campo*. El supervisor del proyecto puede añadir o reducir los artículos que aquí se incluyen:

- *Guía de campo* y ficha de ayuda (apéndice 1)
- Recursos para identificación de especies (consulta la *Guía de recursos*, apéndice 2)
- Portapapeles, lápiz y borrador, hojas para recolección de datos, cámara, tableta o teléfono inteligente
- Cinta diamétrica (con unidades adecuadas) y/o equipo adicional para medir el tronco, según lo indique el supervisor del proyecto
- Cinta métrica rígida o flexómetro (para medir la altura al punto del DAP) o bastón, vara o estadal personalizado marcado a los 1.37 m (4.5 pies).
- Equipo de seguridad, según lo indique el supervisor del proyecto.

Roman, Lara A.; van Doorn, Natalie S.; McPherson, E. Gregory; Scharenbroch, Bryant C.; Henning, Jason G.; Östberg, Johan P.A.; Mueller, Lee S.; Koeser, Andrew K.; Mills, John R.; Hallett, Richard A.; Sanders, John E.; Battles, John J.; Boyer, Deborah J.; Fristensky, Jason P.; Mincey, Sarah K.; Peper, Paula J.; Vogt, Jess. 2024. **Urban tree monitoring: A field guide**. Gen. Tech. Rep. NRS-194-ES. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 52 p. <https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-194-ES>.

Este reporte proporciona protocolos detallados para la recolección de datos de monitoreo de árboles urbanos. Específicamente, se abordan las variables principales necesarias para los proyectos de monitoreo en campo, incluyendo la identificación de brigadistas, nivel de experiencia de brigadistas, registro del identificador del árbol, ubicación, tipo de sitio, uso del suelo, especie, estado de mortalidad, vitalidad de la copa y diámetro del tronco. La intención de esta *Guía de campo* es servir a los gestores de bosques urbanos e investigadores que recolectan datos de campo longitudinales (datos por remediación) de árboles urbanos, así como a practicantes y científicos ciudadanos. Este reporte complementa el documento *Monitoreo de árboles urbanos: una guía de recursos*.

PALABRAS CLAVE: bosque urbano, árbol de la vía (de alineación), mortalidad de árboles, crecimiento arbóreo, monitoreo de árboles, árbol de jardín.

De conformidad con la Ley federal de derechos civiles y los reglamentos y políticas de derechos civiles del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), el USDA, sus agencias, oficinas y empleados y las instituciones que participan en programas del USDA o lo administran, tienen prohibido discriminar por raza, color, origen nacional, religión, sexo, identidad de género (incluso expresión de género) orientación sexual, discapacidad, edad, estado civil, situación familiar o de paternidad/maternidad, ingresos derivados de un programa de asistencia público, creencias políticas o represalia o venganza por actividad previa de derechos civiles, en programas o actividades conducidas o financiadas por el USDA (no todas las bases corresponden a todos los programas). Los recursos y los plazos para presentar quejas varían según el programa o incidente.

Las personas con discapacidades que necesitan medios de comunicación alternativos para información del programa (p. ej., Braille, letras grandes, cinta de audio, Lenguaje de Señas Americano, etc.) deben comunicarse con la agencia responsable o el Centro TARGET del USDA al (202) 720-2600 (voz y TTY) o comunicarse con el USDA a través del Servicio de Retransmisión Federal al (800) 877-8339. Adicionalmente, la información del programa se puede proporcionar en otros idiomas aparte del inglés.

Para presentar una queja por discriminación del programa, llene el Formulario AD-3027 de Queja por Discriminación de Programa del USDA, se encuentra en internet en http://www.ascr.usda.gov/complaint_filing_cust.html y en cualquier oficina del USDA o escriba una carta dirigida al USDA y proporcione en ella toda la información que se solicita en el formulario. Para solicitar una copia del formulario de queja, llame al (866) 632-9992. Presentar el formulario contestado o carta al USDA por: (1) correo: U.S. Department of Agriculture, Office of the Assistant Secretary for Civil Rights, 1400 Independence Avenue, SW, Washington, D.C. 20250-9410; (2) fax: (202) 690-7442; o (3) correo electrónico: program.intake@usda.gov



Impreso en papel reciclado.