Guía

Medición y registro

Sistema de Árbol Urbano



Alcaldía de Medellín

Distrito de

Ciencia, Tecnología e Innovación

Alcaldía de Medellín
Distrito de
Ciencia, Tecnología e Innovación

Medición y registro

Sistema de Árbol Urbano

Esta publicación es producto del contrato
N°. 4600101032 de 2024.

Federico Gutiérrez Zuluaga
Alcalde de Medellín

Ana Ligia Mora Martínez
Secretaria de Medio Ambiente

Esteban Jaramillo Ruíz
Subsecretario Recursos Naturales Renovables

Jaime Alberto Gómez Cuervo
Supervisión Secretaría de Medio Ambiente

Autores
Mónica M. Cortés Restrepo
Javier León Pérez Cardona
Hernán Darío Rincón Henao
Diana Cristina Molina Saldarriaga
Lucenit Solano Guerrero

Ilustraciones
Giuliana Guerra Gómez

Corrección final de textos
Ferley Pino
Isabel Uribe Giraldo

Diseño y diagramación
Erwin Guerra Gómez

Edición digital 1, 2024
©Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín
Calle 44 N°. 52-165
Medellín, Colombia
www.medellin.gov.co

Esta es una publicación oficial del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín. Cumple con lo dispuesto en el artículo 10 de la Ley 1474 de 2011, Estatuto Anticorrupción, que expresa la prohibición de la divulgación de programas y políticas oficiales para la promoción de servidores públicos o candidatos.

Queda prohibida la reproducción total o fragmentaria de su contenido sin autorización escrita de la Secretaría General de la Alcaldía de Medellín.

Así mismo, se encuentra prohibida la utilización de las características de una publicación que puedan crear confusión.

El Distrito de Medellín dispone de marcas registradas, algunas de estas citadas en la presente publicación, las cuales cuentan con la debida protección legal.

Toda publicación con sello Alcaldía de Medellín es de distribución gratuita.

Agradecimientos

Al Área Metropolitana del Valle de Aburrá y al equipo de Ecosistemas y Biodiversidad de la Secretaría de Medio Ambiente por el valioso aporte en la construcción de los capítulos relacionados con los inventarios forestales en esta guía.

Contenido

Presentación 7
Introducción 8
Como se usa esta guía 9
1. Componentes generales del aplicativo 10
1.1. Perfiles de usuario 11
1.2. Obligaciones del contratista 12
1.3. Obligaciones del interventor 13
1.4. Recomendaciones para trabajar el aplicativo 14
1.5. Perfil de los profesionales que intervienen en el SAU 14
2. Variables generales de los individuos 15
2.1. Formas de crecimiento 16
2.2. Especie 20
2.3. Nombre común 21
2.4. Procedencia 21
2.5. Estado de madurez 21
2.6. Tipo de árbol 22
2.7. Ubicación 22
2.8. Localización 23
3. Variables para la medición de los individuos 24
3.1. Medición de árboles 25
3.1.1. Altura total 25
3.1.2. Altura de copa 27
3.1.3. Diámetro normal 29
3.1.4. Casos especiales para la medición del DN 30
3.1.5. Diámetro de copa 38
3.2. Medición de arbustos 39
3.2.1. Altura total 39
3.2.2. Diámetro normal 39
3.2.3. Altura de copa 39
3.2.4. Diámetro de copa 39
3.3. Medición de palmas 41
3.3.1. Palmas solitarias 41
3.3.2. Palmas cespitosas 43

Contenido

3.3.3. Palmas decumbentes 45
3.3.4. Palmas acaules 46
3.3.5. Palmas con zancos 47
3.4. Casos especiales en palmas 48
3.4.1. Palmas con el estipe inferior a 1,3 m 48
3.4.2. Diámetro normal en palmas con espinas o bases de las hojas perennes 49
3.5. Medición de helechos arbóreos 50
3.6. Medición de bambúes y guaduales 51
3.7. Medición de dracenas, palma yuca y palma del viajero 53
4. Variables de ubicación y estado de los individuos 55
4.1. Tipo de intervención (gestionar árbol) 56
4.2. Gestionar intervención 56
4.3. Intervenciones secundarias 57
4.4. Estado del árbol 57
4.5. Riesgos 57
4.6. Agentes de daño mecánico 58
4.7. Síntomas de daño mecánico 58
4.8. Entorno 59
4.9. Recomendaciones de mantenimiento 61
4.10. Tabla resumen variables SAU 65
5. Registro fotográfico 66
6. Inventario arbóreo en suelo urbano 68
7. Inventarios forestales en suelo rural 70
7.1. Diseño e intensidad de muestreo (Número de parcelas) 71
7.2. Forma y tipo de parcelas 71
7.3. Ubicación de las parcelas 72
7.4. Identificación de parcelas 73
7.5. Datos generales de la parcela 73
7.6. Identificación del árbol individual 75
7.7. Toma de datos en campo 75
7.8. Variables a ser calculadas 76
Bibliografía 80

Presentación

La Región Metropolitana cuenta con una riqueza muy importante en su componente arbóreo. Conscientes de ello el Distrito de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, como entidades encargadas de fijar las políticas, ordenamiento, manejo y gestión de los recursos naturales, están decididamente comprometidas en fortalecer herramientas informáticas que permitan la planificación y gestión del arbolado urbano.

Con el desarrollo del aplicativo Sistema de Árbol Urbano (SAU), se logra dotar al Distrito de Medellín y demás municipios del Área Metropolitana de una herramienta tecnológica, que contiene la información de los árboles. Permite conocer sus características, realizar consultas individuales a través de una base de datos, que registra y actualiza permanentemente todas las actividades operativas relacionadas con la siembra y su mantenimiento.

Esperamos que quien consulte esta guía, entienda en detalle la forma en que se debe realizar la medición de todas las intervenciones del arbolado. De tal forma, que sea una herramienta útil y clara para los profesionales encargados de realizar el registro en el aplicativo SAU, y que los ciudadanos puedan visualizar la información y tomar conciencia de la diversidad arbórea que nos identifica como región.

Introducción

La ciudad de Medellín y en general el área metropolitana del Valle de Aburrá cuentan con una riqueza importante en su componente arbóreo, además de algunos programas que promueven el cuidado y siembra de nuevos individuos con el objetivo de potencializar los servicios ecosistémicos que ofrecen las zonas verdes urbanas. Con el fin de recopilar la información tomada a cada individuo arbóreo, la Secretaría de Medio Ambiente del Distrito de Medellín en el año 2010, crea una herramienta tecnológica y de información denominada Sistema de Árbol Urbano (SAU) y establece la obligatoriedad de su uso, en el Decreto municipal 2119 de 2011 o la norma que lo sustituya.

El SAU es un aplicativo interactivo el cual permite el registro, la consulta y análisis de todas las intervenciones que se realizan sobre los árboles ubicados en las zonas urbanas del área metropolitana del Valle de Aburrá, de tal forma que cada uno de ellos cuente con su "hoja de vida". En el aplicativo se registran actividades como siembra, mantenimiento, poda, trasplante o tala, y medición de variables de crecimiento, así como las observaciones sobre el estado físico y fitosanitario del árbol, y su respectiva localización geográfica.

Los datos de cada árbol ingresados al aplicativo, son una herramienta importante para la gestión y planeación de las zonas verdes del Distrito de Medellín y el Área Metropolitana, que permiten formular políticas ambientales y tomar decisiones frente al ordenamiento del arbolado urbano. De igual manera, las variables registradas posibilitan la creación de una base de datos, la cual podrá ser el insumo de estudios e investigaciones en temas como crecimiento, almacenamiento de carbono, mejoramiento de la calidad del aire, valoración económica del árbol, entre otras más.

La veracidad de la información del SAU y de las futuras investigaciones depende de la calidad de los datos que sean registrados en el aplicativo, por ello es de gran importancia el trabajo de campo y la medición apropiada de las variables. Esta guía pretende dar a conocer los métodos de medición y su estandarización para que los resultados puedan ser comparados fácilmente.

Como se usa esta guía

La presente publicación consta de dos partes, la primera de ellas que abarca los capítulos número 1 al 5, corresponden a su vez a las generalidades del aplicativo y los perfiles de usuario, así como todas las indicaciones y recomendaciones para la forma de medición en campo de cada uno de los individuos arbóreos (sean árboles, arbustos, palmas, helechos arbóreos, entre otros), independiente de su ubicación o proyecto al que pertenezcan. La segunda parte, abarca los capítulos 6 al 9, que establecen las metodologías seleccionadas para estudios o inventarios de diversidad, así como la información de localización de los sitios de muestreo, en zonas urbanas o zonas rurales de la región metropolitana.



1. Componentes generales del aplicativo

Se detallan las variables relacionadas con los tipos o perfiles de usuario, las responsabilidades de los contratistas e interventorías, así como recomendaciones generales para el uso del mismo.

1.1. Perfiles de usuario

El SAU cuenta con los siguientes perfiles de ingreso o tipos de usuario:

Perfil ciudadano: corresponde al público general o ciudadanos que desee conocer información general de los individuos ingresados o disponibles en el sistema. Este perfil permite la consulta para conocer la hoja de vida de cada individuo, registros fotográficos y establecer solicitudes sobre árboles, direccionadas a la autoridad ambiental (Área Metropolitana del Valle de Aburrá - AMVA) y generar reportes de árboles e impresiones de mapas en formato PDF.

Perfil contratista: hace referencia a los profesionales contratados para desarrollar los proyectos. Este perfil le permite ingresar cada intervención generada en campo sobre los árboles urbanos, editar información y realizar correcciones. Cuando las intervenciones han sido ingresadas en la casilla "estado de la intervención" del aplicativo, aparecen como: ingreso" y el símbolo en el mapa se registra de color amarillo.

Perfil interventor: perfil diseñado para profesionales encargados de la interventoría de los proyectos, el cual les permite verificar uno a uno, todas las intervenciones que realiza un contratista. Adicionalmente debe aprobar o desaprobar la información, y hacer las observaciones pertinentes, luego exportarlas a formato de Excel y generar reportes de árboles y del contrato en formato PDF. Cuando las intervenciones han sido aprobadas, en la casilla "estado de la intervención" del aplicativo, aparece como: "visto bueno" dado por el interventor y el símbolo en el mapa cambia a color azul.

Perfil área forestal contratista: perfil para el profesional encargado de ingresar los polígonos de los lotes, áreas forestales, puntos de las parcelas de monitoreo, los individuos arbóreos encontrados en las parcelas, los mantenimientos y monitoreo de los árboles. Dicho profesional debe tener conocimientos básicos en sistemas de información geográfica (crear y editar shapefile tipo punto, línea, polígono, sistemas de coordenadas, entre otros), identificación taxonómica de árboles, arbustos y palmas. A su vez este perfil, cuenta con permisos para editar y corregir la información ingresada y atender las observaciones dadas por el interventor y la administración del SAU.

Perfil interventor área forestal: perfil asignado al profesional delegado para la interventoría del proyecto y es el encargado de verificar uno a uno, los árboles sembrados y/o inventariados en campo, por el anterior perfil. También debe velar que se realicen las correcciones dadas por la administración del SAU.

Perfil supervisor: tiene acceso a los contratos que se encuentran a su cargo, puede consultar el avance de la información registrada en el aplicativo, generar reportes y exportar los datos en formato Excel.

Perfil funcionario: este perfil está a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente de Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Permite verificar uno a uno, las intervenciones aprobadas por el perfil interventor, aprobar o desaprobar la información, hacer las observaciones pertinentes, exportar en formato Excel toda la información ingresada por el perfil contratista y revisada por el perfil interventor. Así mismo, puede generar reportes de los individuos arbóreos de los contratos en formato PDF. Cuando las intervenciones han sido aprobadas en el aplicativo, en la casilla "estado de la intervención" aparecen como: "aprobado" y el símbolo en el mapa cambia a color verde.

Perfil administrador: este perfil está a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente de Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Es el encargado de registrar en el aplicativo los contratos de obra requeridos, realizar su respectivo seguimiento, crear, activar, desactivar, actualizar o eliminar los perfiles de usuario asociados a los contratos. De igual forma puede asignar y/o actualizar un perfil de usuario según el proyecto a ingresar; generar mapas de la localización de los árboles sembrados y/o intervenidos por cada contrato; asignar permisos de acceso a las funcionalidades de consultas y servicios, actualizar y editar información de los individuos arbóreos de acuerdo a las solicitudes recibidas, expedir y entregar el certificado SAU; Así como, prestar atención, dar solución y orientación a usuarios con respecto al registro y consulta de la información en el SAU.

1.2. Obligaciones del contratista

- Solicitar por escrito al perfil administrador a través de correo electrónico la creación del registro del contrato, nombre de usuario y la respectiva contraseña de acceso al aplicativo. Dirigido a los correos **sau@medellin.gov.co** para usuarios de Medellín y **sau@metropol.gov.co** para usuarios de los demás municipios.

- Contar con profesionales idóneos que tengan experiencia en el área forestal o silvicultura urbana, para realizar el trabajo en campo e ingresar la información al aplicativo. Es importante que el trabajo en campo sea realizado mínimo por dos personas, un profesional acompañado de un técnico o un auxiliar.

- Es responsable de la información que se está ingresando, como: especie, localización, procedencia, ubicación espacial en el mapa, e

información de inconsistencias relevantes. Debe ingresar información con su respectivo usuario y contraseña, y no compartir estos datos, que son responsabilidad de cada contratista.

- Debe solicitar y asistir a las capacitaciones, una vez se cuente con información de las intervenciones.
- Deberá iniciar ingresos al sistema, a más tardar veinte días calendario, una vez ejecutada la intervención en campo.
- En cada sitio que se realice el monitoreo de los árboles, es importante verificar los árboles que se hayan muerto o estén desaparecidos, y esta intervención deberá ser actualizada en el SAU.
- Debe entregar respuesta a las correcciones enviadas por el perfil funcionario e interventor, en un plazo máximo de quince días calendario.
- Debe contar con las herramientas para la medición de las variables de crecimiento de los individuos arbóreos, tales como: cinta métrica, cinta diamétrica, forcípula, distanciómetro, vara taquimétrica, clinómetro, entre otras.
- Diligenciar en el SAU la información de la intervención realizada a cada árbol y una vez estén ingresados en su totalidad en el sistema, informar a la interventoría para su revisión y aprobación.

1.3. Obligaciones del interventor

- Solicitar por escrito al perfil administrador, la creación de su perfil interventor, nombre de usuario y la respectiva contraseña de acceso al aplicativo.
- Revisar en el SAU, árbol por árbol en las diferentes intervenciones, que los datos ingresados por el contratista estén correctos mediante el cumplimiento de los ítems expuestos en la presente guía y verificar la correcta localización geográfica de los árboles y posteriormente remitir al perfil funcionario, para su aprobación final.
- Entregar respuesta a las correcciones enviadas por el perfil funcionario en un plazo máximo de quince días calendario.
- Solicitar al perfil administrador el certificado de registro de información al aplicativo SAU, con quince días calendario de anticipación a la fecha requerida para el mismo, siempre y cuando los árboles estén al cien por ciento aprobados por los perfiles interventor y funcionario.

1.4. Recomendaciones para trabajar el aplicativo

- El aplicativo Sistema de Árbol Urbano (SAU), se encuentra disponible en la URL:

  https://www.medellin.gov.co/sau

- Los árboles sólo son visibles cuándo se trabaja a escalas detalladas (menores o iguales a 1:5000).

- Al momento de ingresar la información, es necesario saber la ubicación del lugar de la intervención, esta ubicación puede estar expresada en dirección, coordenadas o en forma cartográfica, apoyarse con la ubicación correspondiente a la ortofoto o el servicio Street view de Google, y editar la ubicación de ser necesario con la herramienta del aplicativo Mapas Medellín.

- Asegurarse de disponer de buena banda ancha de internet. (Mínimo 5 megas).

- El aplicativo sólo funciona en el navegador Chrome.

1.5. Perfil de los profesionales que intervienen en el SAU

Para la obtención de las variables en campo de los árboles y su ingreso al SAU, se requieren profesionales idóneos, con conocimientos específicos y experiencia certificada en temas relacionados con el manejo del árbol urbano. El perfil requerido es el siguiente:

- Biólogos, ingenieros, tecnólogos o técnicos en ciencias forestales, agropecuarias o ambientales.

- Conocimientos en botánica, taxonomía y experiencia en la identificación de especies arbóreas de la región metropolitana.

- Actitudes para el trabajo de campo y el buen desempeño en la medición de variables dasométricas y demás observaciones requeridas en el aplicativo.

- Conocimientos básicos en informática, manejo de internet, Excel, Word, ArcGis y/o Qgis.



2. Variables generales de los individuos

Se presentan las variables requeridas en el aplicativo, que hacen referencia a la generalidad de cada individuo, como el tipo de crecimiento, su identificación taxonómica, su procedencia y localización geográfica, entre otras.

2.1. Formas de crecimiento

Los individuos que componen el SAU son principalmente: árboles, arbustos, palmas y helechos arbóreos (Ver figura 1). Los cuales deben ser medidos y registrados en el aplicativo, según las siguientes definiciones.

Árbol: individuo vegetal, que posee crecimiento secundario y acumulación de tejido leñoso, el cual forma un tallo o fuste claramente definido, así como una copa, conformada por las ramas o ramificaciones secundarias y el follaje propiamente dicho.

Arbusto: planta leñosa, sin tronco claramente definido, generalmente muy ramificado desde la base del tallo, su copa está conformada por todas las ramificaciones, y su altura total por lo general no sobrepasa los 4 metros.

Palmas: especies de la familia, ARECACEAE, con hábitos arbustivos o arbóreos, las cuales no poseen crecimiento secundario, presentan un tallo denominado "estipe" y por lo general no poseen ramificaciones. Sus hojas se encuentran al final del estipe, agrupadas en un penacho terminal. Pueden ser "solitarias", si poseen un solo estipe o "cespitosas", si se presentan varios tallos a partir de yemas ubicadas cerca de la base. Pueden ser también, "decumbentes" si el estipe está arqueado y parcialmente apoyado sobre el suelo, o "acaules", cuando no desarrollan un estipe.

Helechos arbóreos: hace referencia a plantas vasculares de la división Pteridofita, que presentan hábitos arbóreos y pertenecen a las familias CYATHEACEAE y DICKSONIACEAE. Por su forma de crecimiento presenta un tallo o "pseudotallo" definido, que al igual que en las palmas puede ser solitario o cespitoso, y sus hojas denominadas "frondas" forman una copa en forma de penacho al final de dicho pseudotallo.

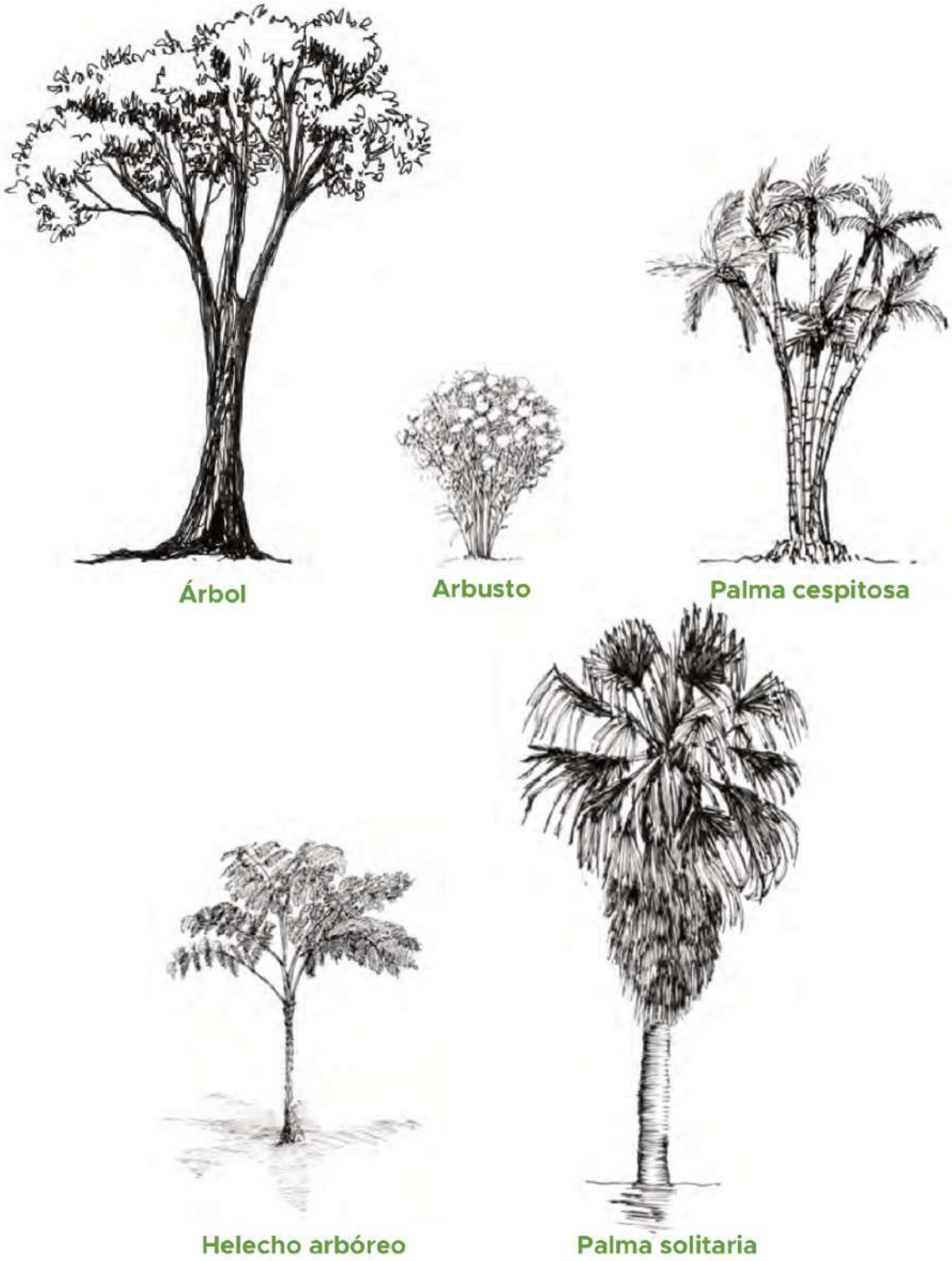


Figura 1. Principales formas de crecimiento arbóreo

Según la Resolución 915 de 2017 del Área Metropolitana del Valle de Aburrá o demás normas que la sustituyan, se deben incluir especies de porte arbóreo de la familia ASPARAGACEAE pertenecientes a los géneros: *Yucca y Dracaena*, así como la Palma del viajero (*Ravenala madagascariensis*), de la familia STRELITZIACEAE (Ver figura 2); los bambúes y guaduas, pertenecientes a la familia POACEAE (Ver figura 3). Y todas aquellas especies que la autoridad ambiental defina o regule en su momento.

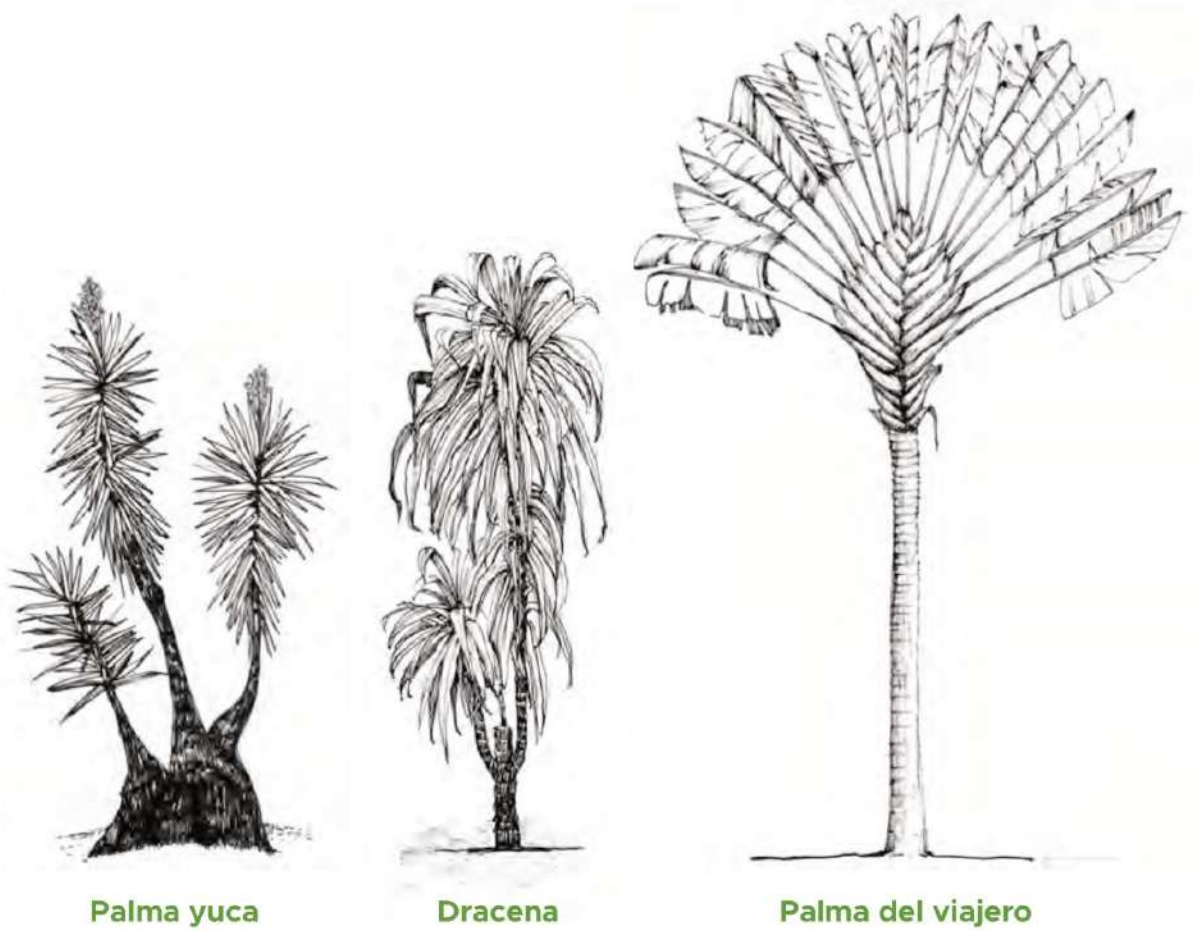
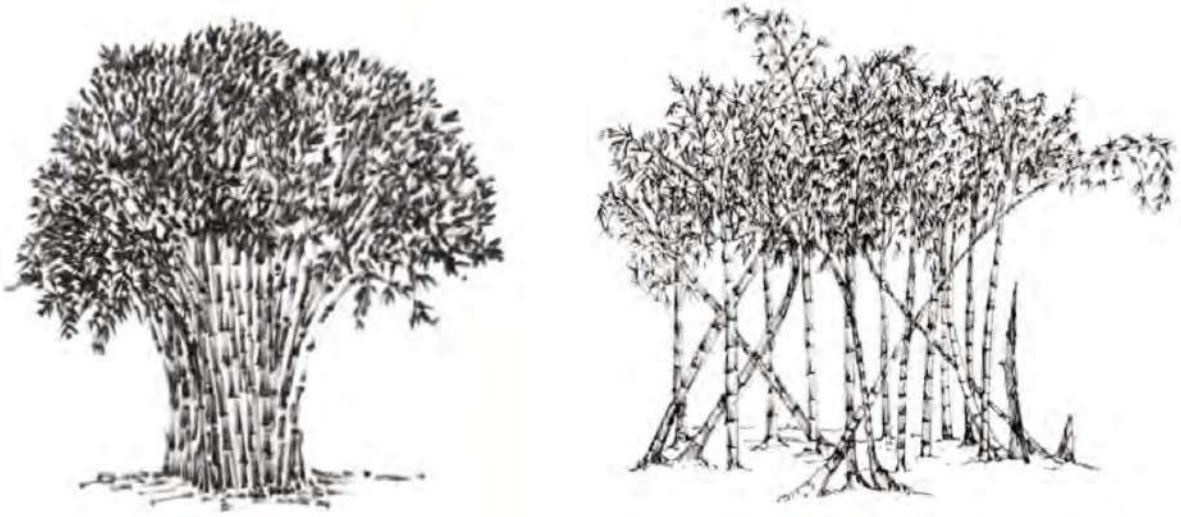


Figura 2. Grupos adicionales con crecimiento arbóreo

Bambúes y guaduas: en este grupo se hace referencia a especies de "tallos" leñosos (denominados culmos o cañas) de los géneros Bambusa y Guadua, pertenecientes a la familia POACEAE. Las especies más comunes en el área metropolitana del Valle de Aburrá, que se desarrollan formando grupos o masas homogéneas y que presentan un hábito de carácter arbóreo, y por ende objeto de esta guía, son el Bambú amarillo (*Bambusa* cf. *vulgaris*) y la Guadua (Guadua angustifolia). Ambas son especies rizomatosas (tallos modificados y subterráneos), de crecimiento rápido que desarrollan cañas hasta de 10 y 12 metros de longitud.

Por su hábito de crecimiento gregario, los bambúes y los guaduales crecen formando grupos o masas; el primero de ellos forman grupos muy densos casi impenetrables y por su parte, los guaduales forman asociaciones de mayor área, pero con individuos más espaciados.

Al momento de la toma de información en campo, en primer lugar, se debe establecer con métodos topográficos, el área en metros cuadrados que ocupa el conjunto de cañas o culmos. Posteriormente, para su inclusión en el SAU, se debe seleccionar una de las cañas más desarrolladas o altas y medir su CAP y altura total, para su caracterización general. En caso de requerirse información más detallada de este tipo de plantas, se deberá acatar la reglamentación que determine la autoridad ambiental en su momento.



Bambú Guadual

Figuras 3. Aspecto general de un bambusal y un guadual

2.2. Especie

Para el registro en el SAU, cada individuo debe ser identificado a nivel de especie con su correspondiente nombre científico, no con el nombre común.

El nombre científico de la especie es una combinación de dos palabras, la primera es el nombre del género botánico al que pertenece, seguido por el epíteto específico (Ej.: *Erythrina fusca*). En el aplicativo existe una lista desplegable, que contiene la gran mayoría de los nombres de las especies que se han identificado en la región metropolitana, por consiguiente, se debe seleccionar la que corresponda al individuo que se está ingresando (Ver figura 4).

En caso que la especie no se encuentre en la lista desplegable, debe seleccionarse la opción "desconocido" y agregar nombre científico, nombre común y familia en la casilla correspondiente, así:

- Escribir el nombre científico de la especie, que incluye nombre del género y epíteto específico (Ej.: *Casearia corymbosa*).
- Como regla nomenclatural, el nombre del género se comienza siempre con mayúscula, mientras que el resto del nombre se escribe en minúsculas y en letras cursivas.
- Si se conoce el nombre del género, pero no se sabe su epíteto específico, se debe escribir el género seguido de la abreviatura sp., esta debe ir en minúscula, sin cursivas y terminar con un punto (Ej.: *Calliandra* sp.).

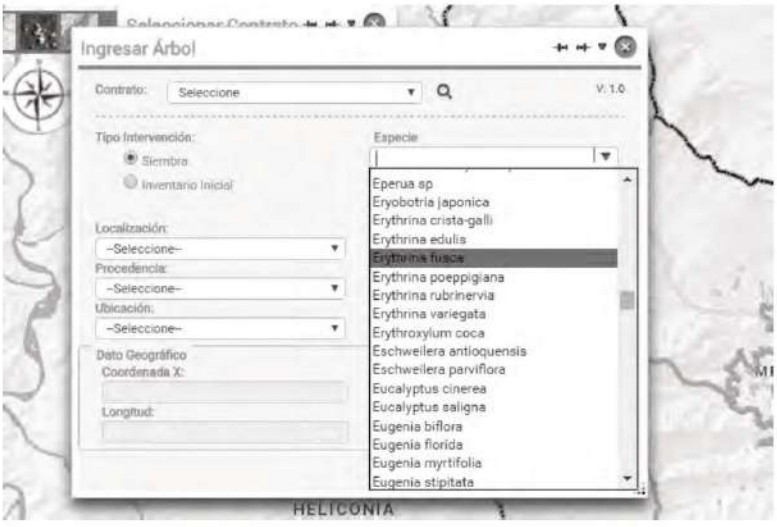


Figura 4. Lista desplegable en el aplicativo contiene los nombres de las especies que se han identificado en la región metropolitana.

- Verificar la escritura correcta de la especie. Para ello se recomienda consultar páginas en internet, tales como:

https://www.tropicos.org/home

https://sweetgum.nybg.org/science/vh/

https://www.kew.org/science/collections-and-resources/data-and-digital

https://www.worldfloraonline.org/

http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/es/

- Si el nombre científico conocido tiene una actualización taxonómica y ésta no se encuentra en la lista desplegable, se debe seleccionar el sinónimo correspondiente en dicha lista y reportar dicha novedad en el campo de observaciones.

- Si no se logra identificar la especie, el contratista debe tomar una muestra botánica y llevarla a un herbario reconocido en la ciudad, para su adecuada identificación.

2.3. Nombre común

Este hace referencia al "nombre local o común", con el cual se relaciona la especie en la región metropolitana del Valle de Aburrá. Se debe tener en cuenta que, para una misma especie, este nombre puede variar dependiendo de la localidad, o bien diferentes especies pueden denominarse con el mismo nombre común. Cuando se ha seleccionado el nombre científico de la especie el aplicativo asigna automáticamente el nombre o nombres comunes asociados a la especie, sin embargo, en algunos casos el campo puede quedar vacío, si se desconoce dicho nombre común.

2.4. Procedencia

Con esta variable se pretende establecer el nombre del vivero de donde proviene el individuo. El aplicativo presenta una lista desplegable de los viveros más comunes, de los cuales se originan las plántulas que se siembran en el área metropolitana del Valle de Aburrá. En caso de no conocerse la procedencia se debe seleccionar la opción: "desconocido".

2.5. Estado de madurez

Indica la etapa de desarrollo reproductivo, en que se encuentra el individuo en el momento de su primera medición o monitoreo.

La identificación del estado de madurez de un individuo, es una variable que depende del estado fisiológico y su grado de desarrollo, el cual depende del comportamiento de cada especie, la complejidad y el tiempo que requeriría establecer la fase reproductiva de dicha especie en la región metropolitana. Por lo

tanto, se tomará como criterio la altura total de cada individuo, para designarlo de la siguiente forma:

Adulto: individuos que han alcanzado un adecuado desarrollo y madurez reproductiva, se identificarán como aquellos individuos que superan los 4 metros de altura o bien presentan estructuras reproductivas, como flores o frutos.

Juvenil: individuo que se encuentra en etapa inicial de crecimiento y no ha alcanzado su madurez reproductiva. Para el caso de los árboles, se identifican como aquellos individuos con alturas menores o iguales a 4 metros y que hasta el momento no han desarrollado flores o frutos.

2.6. Tipo de árbol

En el momento se encuentra en proceso la validación de la metodología que definirá el tipo de árbol fuera de Medellín. Por el momento todos los individuos serán definidos como "comunes".

Común: todos los árboles sin alguna connotación particular.

Especial: candidato a ser nombrado como árbol patrimonial.

Patrimonio cultural: son aquellos árboles o palmas que se encuentran en el entorno urbano y que tienen un valor histórico, simbólico, ecológico o paisajístico. Los cuales se pretenden conservar, para que estén presentes en la memoria colectiva de los ciudadanos. Ellos son la muestra de la riqueza natural, la biodiversidad y la historia de la ciudad.

2.7. Ubicación

Cada individuo debe estar ubicado geográficamente dentro del mapa proporcionado en el sistema, indicando su posición real en el terreno. Para ello pueden utilizarse las siguientes opciones de la lista desplegable:

Mapas Medellín: si se va a realizar la ubicación cartográfica manual del punto, en los mapas disponibles en la plataforma.

Ubicación GPS: se selecciona cuando se han tomado las coordenadas con GPS y se ingresarán al aplicativo en el sistema de coordenadas geodésico WGS84, en décimas de grado o con las coordenadas planas Datum Magna Sirgas / Origen Nacional. En ambos casos se deberá conocer la latitud y longitud para WGS84 y la coordenada norte y este para origen nacional, o el respectivo sistema que esté vigente.

Por ejemplo, para un punto tomado con GPS, en el cerro El Volador sus coordenadas son:

Sistema WGS84:

Latitud: 6,25744

Longitud: - 75,58304

Datum Magna Sirgas / Origen Nacional:

Norte: 2250923,142 metros

Este: 4714365,964 metros

Para el ingreso de los individuos con sistema GPS, es requisito tener en cuenta el margen de error según la cantidad de satélites y la nubosidad en el momento del registro. Se recomienda verificar siempre la concordancia del individuo arbóreo respecto a la ubicación en campo y en el aplicativo, si es del caso, se puede editar manualmente en el SAU la ubicación, haciendo uso de la opción "Mapas Medellín".

La metodología más recomendable, es llevar a campo un mapa del lugar que se requiere monitorear, para localizar los individuos arbóreos sobre éste o bien descargar la app Sistema Árbol Urbano, disponible en Google Play Store.

Geocodificación: hace referencia a la dirección o nomenclatura de la ciudad, donde esté ubicado el individuo.

Se debe ser lo más coherente posible con la dirección asignada del individuo guardando las proporciones del terreno y el mapa.

2.8. Localización

Hace referencia a la localización urbanística, la cual indica el lugar donde se encuentra plantado el individuo y es requisito cuando se trata de una siembra o un inventario inicial.

Zona privada: son áreas privadas, las ubicadas entre el paramento o fachada del inmueble y el andén, o las ubicadas al interior del mismo.

Zona pública: zonas verdes entre el andén y la vía pública, o zonas asociadas a separadores de autopista, separadores de vía arteria, andenes públicos, vías de servicio, orejas de puente, glorietas, laderas, retiros de fuentes hídricas, cerros y parques, entre otros.



3. Variables para la medición de los individuos

Se explican las variables requeridas en el aplicativo relacionadas con la medición en campo de cada individuo, tales como altura total, diámetro normal, altura y diámetro de copa. Adicionalmente, para una mayor claridad se agrupan las variables por cada tipo o forma de crecimiento, es decir, si se trata de un árbol, arbusto, palma, helecho arbóreo, bambú, etc.

3.1. Medición de árboles

3.1.1. **Altura total**

La Altura total (Ht) de un árbol se considera la distancia o longitud medida en metros, en sentido vertical desde la superficie del suelo donde se encuentra anclado hasta el ápice o la parte más alta de su copa. Se deben descontar las estructuras reproductivas. Ej.: las inflorescencias terminales como es el caso de las especies del género *Schefflera*. Los datos de altura total se registrarán en metros, con precisión al decímetro. (Ej.: 4,6 m – 8,1 m).

En el caso de árboles muy inclinados o en terrenos muy pendientes, se podrá calcular la altura o longitud del individuo con métodos matemáticos o geométricos utilizando la distancia vertical (Dv) o proyección perpendicular, desde el terreno hasta la punta o parte más extrema de la copa del árbol, para hacer el cálculo de dicha longitud. (Ver figuras 5 y 6).

Para la toma de esta medida pueden utilizarse instrumentos directos como varas extensibles o de manera indirecta usando algún tipo de hipsómetro, instrumento construido con base en principios trigonométricos.

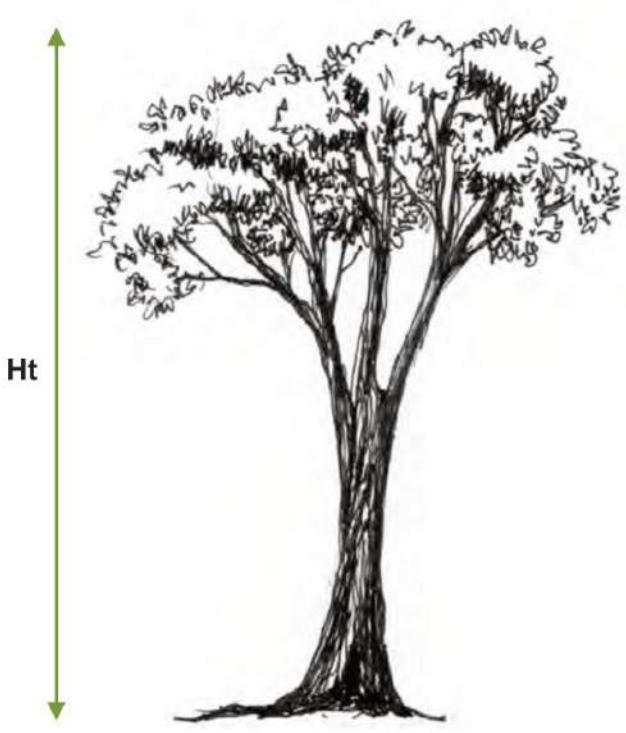


Figura 5. Altura total (Ht) en árbol vertical sobre terreno plano

Es una práctica común estimar "a ojo" las alturas de la vegetación, esto debe evitarse ya que conlleva a errores y sesgos en el procesamiento de los datos y en los resultados de estudios posteriores.

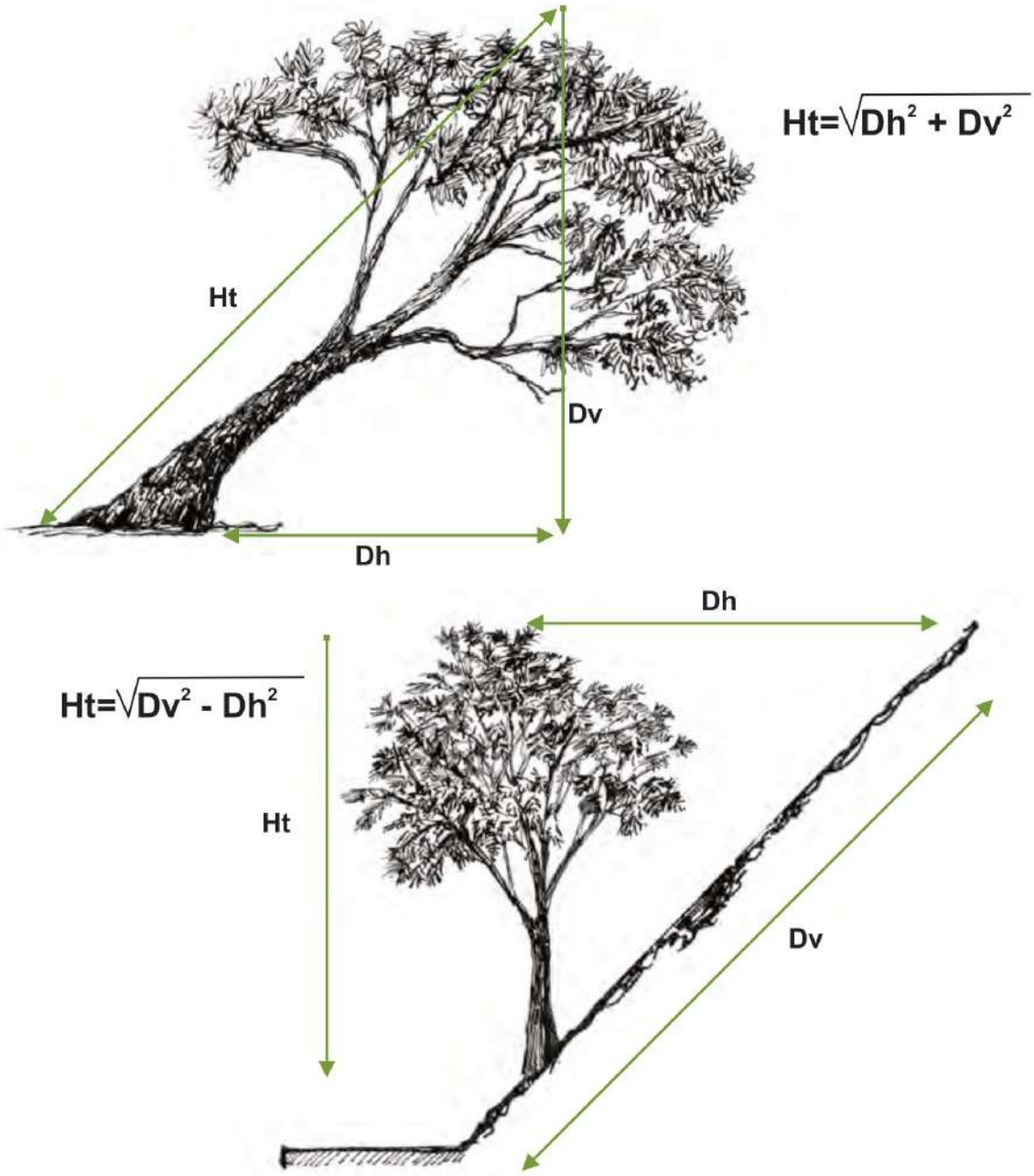


Figura 6. Altura total (Ht) en árbol inclinado sobre terreno plano e inclinado

3.1.2. **Altura de copa**

Si bien el concepto de copa en árboles es relativo y depende en buena medida al modelo de arquitectura de la especie, y al manejo silvicultural que haya tenido el individuo en evaluación (Ver figura 7). A continuación, se presentan algunas definiciones que ayudan a evaluar dicha variable:

Fuste o tronco principal: hace referencia a la parte principal del tallo, sin ningún tipo de bifurcaciones que soporta las ramas y el follaje.

Más de un tallo o fuste: situación que se presenta cuando el tronco principal se divide en dos, tres o más tallos, generalmente a baja altura y estos siguen cumpliendo básicamente una función de soporte y serán objeto de medición del respectivo diámetro, según el caso.

Ramificaciones o ramas: se trata de las múltiples divisiones de los tallos en ejes más delgados de donde, por lo general, se desarrolla el follaje propiamente dicho.

Copa: de acuerdo a lo anterior, es el conjunto de las ramas y follaje de un árbol situados por encima del tronco o troncos principales.

Por consiguiente, en los árboles la altura de copa (Hc) o altura donde se forma la copa, es la altura desde la base del árbol hasta el punto donde se presenta la ramificación principal. No se tiene en cuenta algunos rebrotes o ramas solitarias en el tallo. En el caso de árboles juveniles o menores a 4 metros de altura esta variable no aplica.

En el caso de individuos que por su desarrollo o características particulares de la especie se han bifurcado o presentan varios tallos, generalmente a baja altura, la altura de la copa se establecerá en el punto promedio o donde se ramifican la mayoría de dichos tallos. Por ejemplo, en especies del género Ficus (*Ficus benjamina*, *F. elastica*, etc.) o en especies como el chiminango (*Pithecellobium dulce*), pomos (*Syzigium jambos*) y guamos (*Inga* sp.), entre otros.

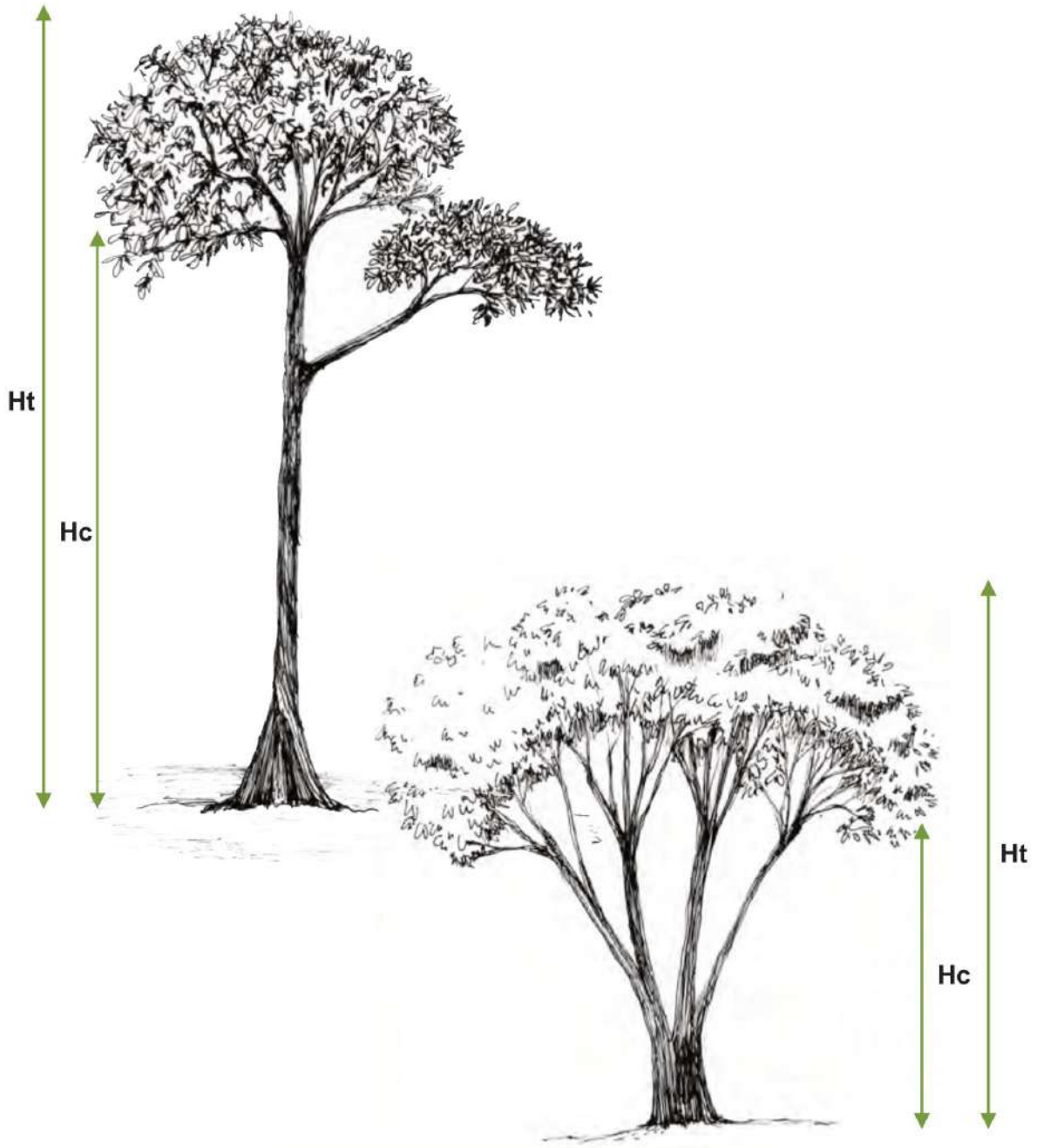


Figura 7. Altura de copa (Hc) en árboles

3.1.3. **Diámetro normal**

El diámetro de un árbol, hace referencia a la medición del diámetro del fuste o tronco principal de un individuo tomado a una distancia de referencia desde la base del mismo. Por convención, la medición se debe realizar a una altura de 1,3 m desde la base del individuo, lo cual se denomina como diámetro normal (DN) o anteriormente denominado diámetro a la altura del pecho (DAP) (Ver figura 8).

La medición más confiable se realiza midiendo el perímetro y posteriormente se hace la conversión a diámetro, ya que de esta manera existe mejor adaptación a las condiciones de la corteza o la forma irregular del tallo. Los datos se registran al centímetro con precisión al milímetro (Ejemplo: 30,5 cm). En el aplicativo se encuentran dos casillas: CAP para ingresar la medición de la circunferencia o perímetro y diámetro normal (DN), el aplicativo hace automáticamente la conversión para estas casillas.

Se debe asegurar que la cinta métrica no esté torcida y quede bien ajustada alrededor del árbol de manera perpendicular al eje del tronco, además se recomienda limpiar la corteza de cualquier obstáculo que interfiera en la medición.

Nota: para los individuos cuyo fuste o tallo principal aún no superan los 1,3 m de altura, esta medida no se realiza. Como es el caso de algunos individuos recién sembrados.

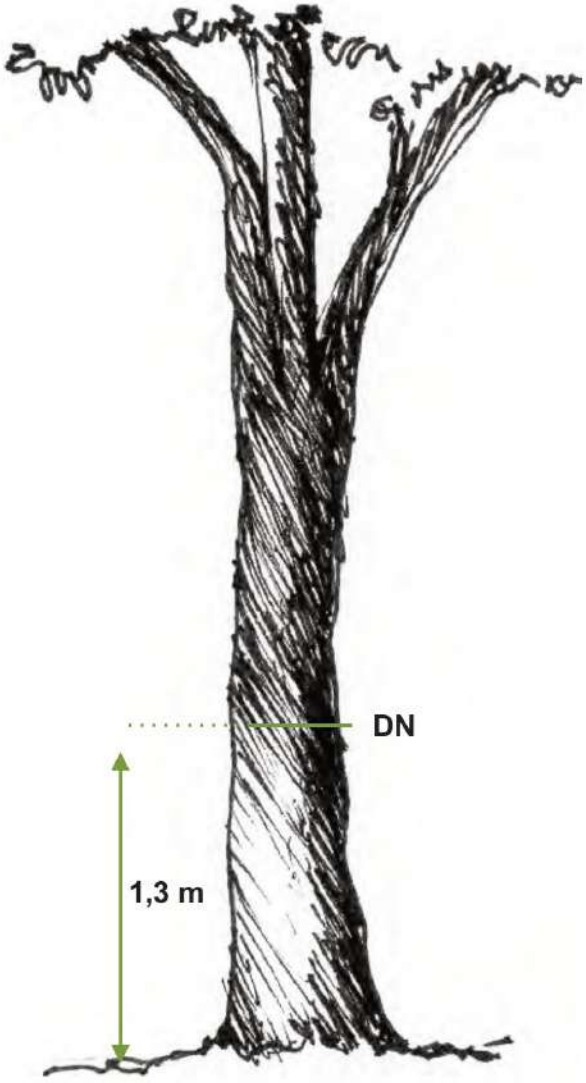


Figura 8. Diámetro Normal (DN), caso típico

3.1.4. **Casos especiales para la medición del DN**

1. Terrenos inclinados: para el caso de árboles verticales, la medición de los 1,3 m se hace en la parte superior de la pendiente (Ver figura 9).

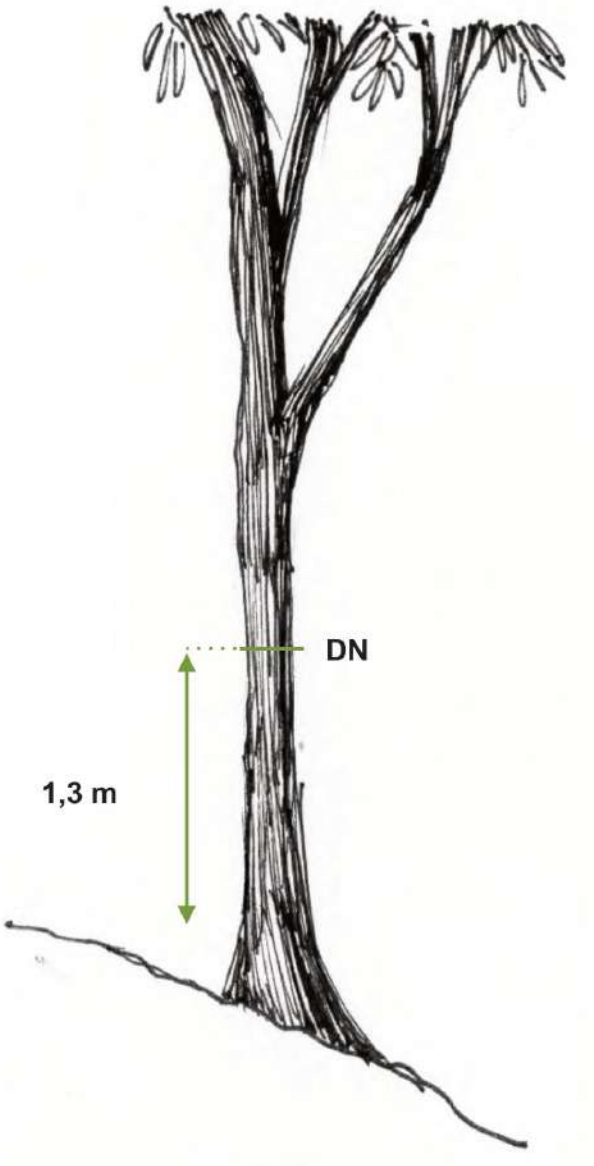


Figura 9. Diámetro normal en terreno inclinado

2. Árboles inclinados: en este caso la medición de los 1,3 m se realiza sobre el lado del tronco que presenta el mayor ángulo de inclinación con respecto al terreno, sea plano o inclinado (Ver figura 10).

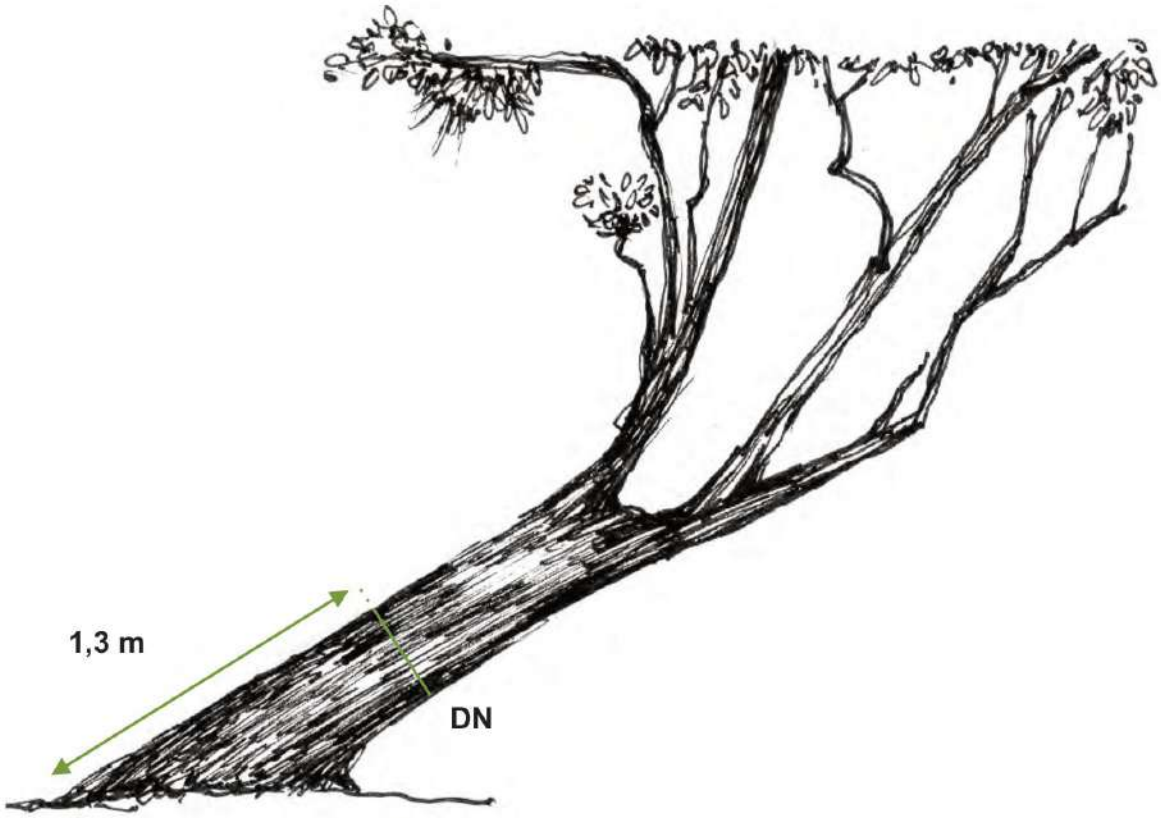


Figura 10. Diámetro normal en árbol inclinado

3. Árboles con raíces aéreas, aletones o bambas mayores de 1,3 m: cuando estas estructuras presentan una altura superior a 1,3 m, el DN se debe medir 30 cm por encima de donde termina dicha situación. Si es una altura diferente a los 30 cm, se debe reportar en la casilla de "observaciones" la altura de medición a la cual se tomó el DN (Ver figura 11).

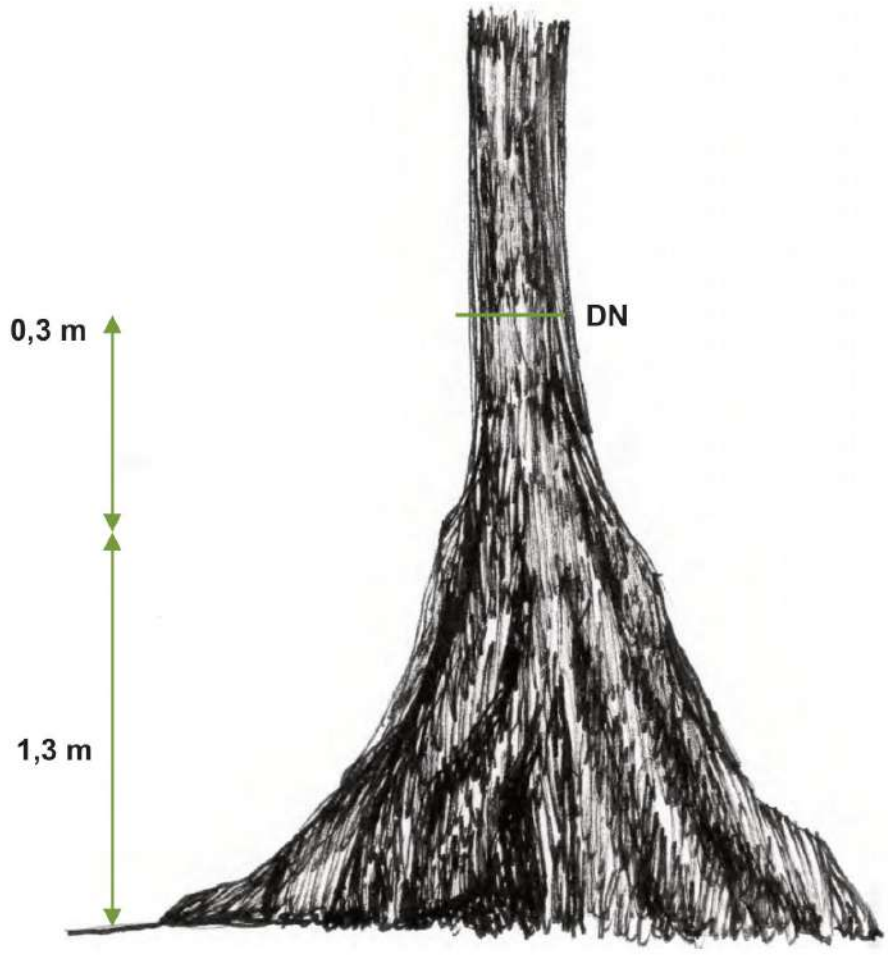


Figura 11. Diámetro Normal en árbol con bambas

4. Presencia de irregularidades a 1,3 m: en algunos casos se pueden presentar cicatrices, nudos, engrosamientos o similares a esta altura, en tal circunstancia el DN se debe hacer por encima de dicha deformación, anotando en la casilla de observaciones la altura de medición a la cual se tomó el DN (Ver figura 12).

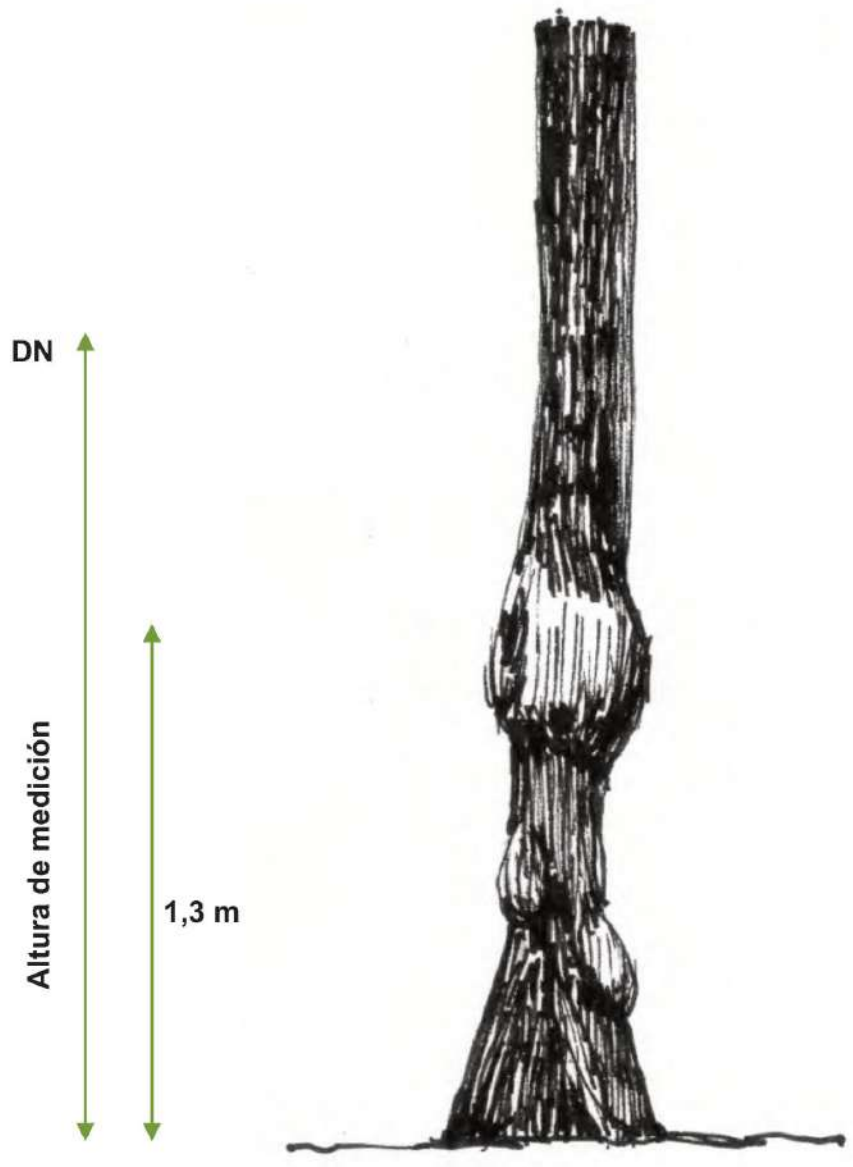


Figura 12. Diámetro normal en presencia de irregularidades a 1,3 m

5. Más de un tallo o fuste a una altura menor de 1,3 m: si el árbol presenta más de un tallo por debajo del 1,3 m. Se registra la circunferencia de cada uno de los tallos o fustes. Se debe ingresar la medida mayor en la casilla del CAP y los demás, en las siguientes casillas de mayor a menor (Ver figura 13).

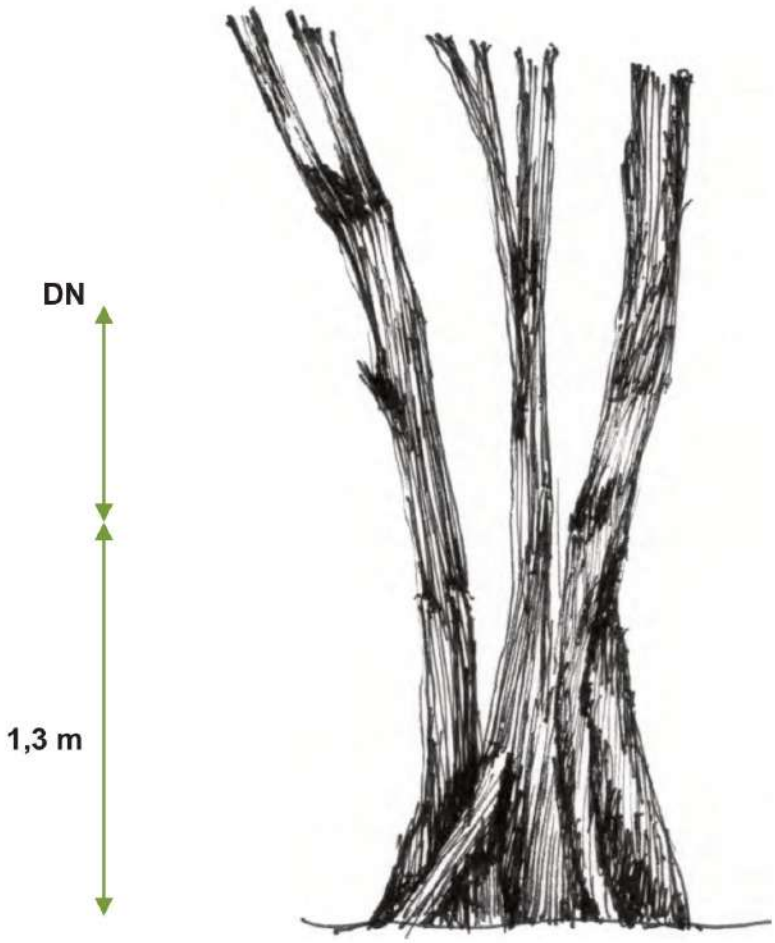


Figura 13. Diámetro normal en individuo con más de un tallo o fuste a una altura menor de 1,3 m

6. Más de un tallo o fuste exactamente a los 1,3 m: en este caso la medición se realiza debajo de dicha división y se anota en la casilla de observaciones la altura de medición a la cual se tomó el DN (Ver figura 14).

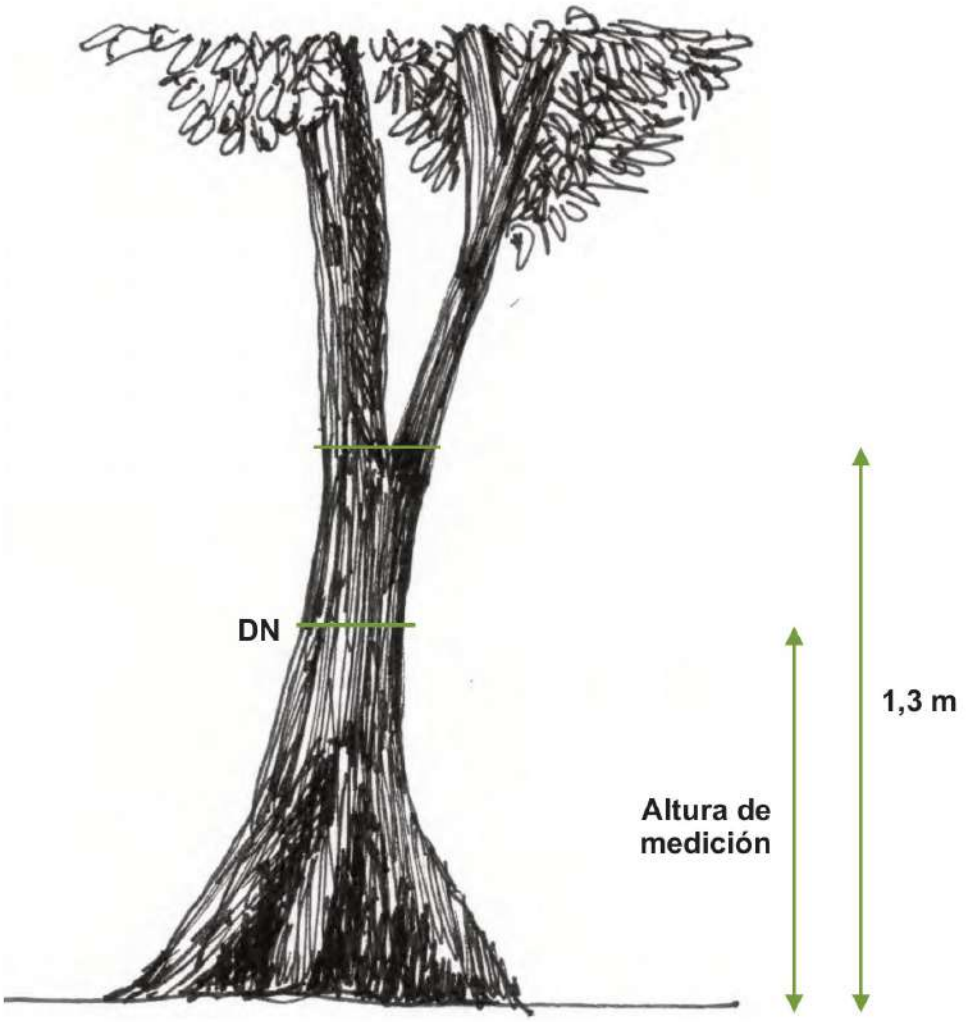


Figura 14. Árbol con más de un tallo o fuste exactamente a los 1,3 m

7. Troncos o fustes decumbentes: aplica para fustes que crecen en forma arqueada e inclinada con parte de la base apoyada sobre el piso, como es el caso de algunas especies del género *Schinus* (Falso pimiento). En este caso se procede a medir los 1,3 m sobre la parte o lado superior del tronco y allí se mide el DN perpendicularmente al eje del mismo (Ver figura 15).

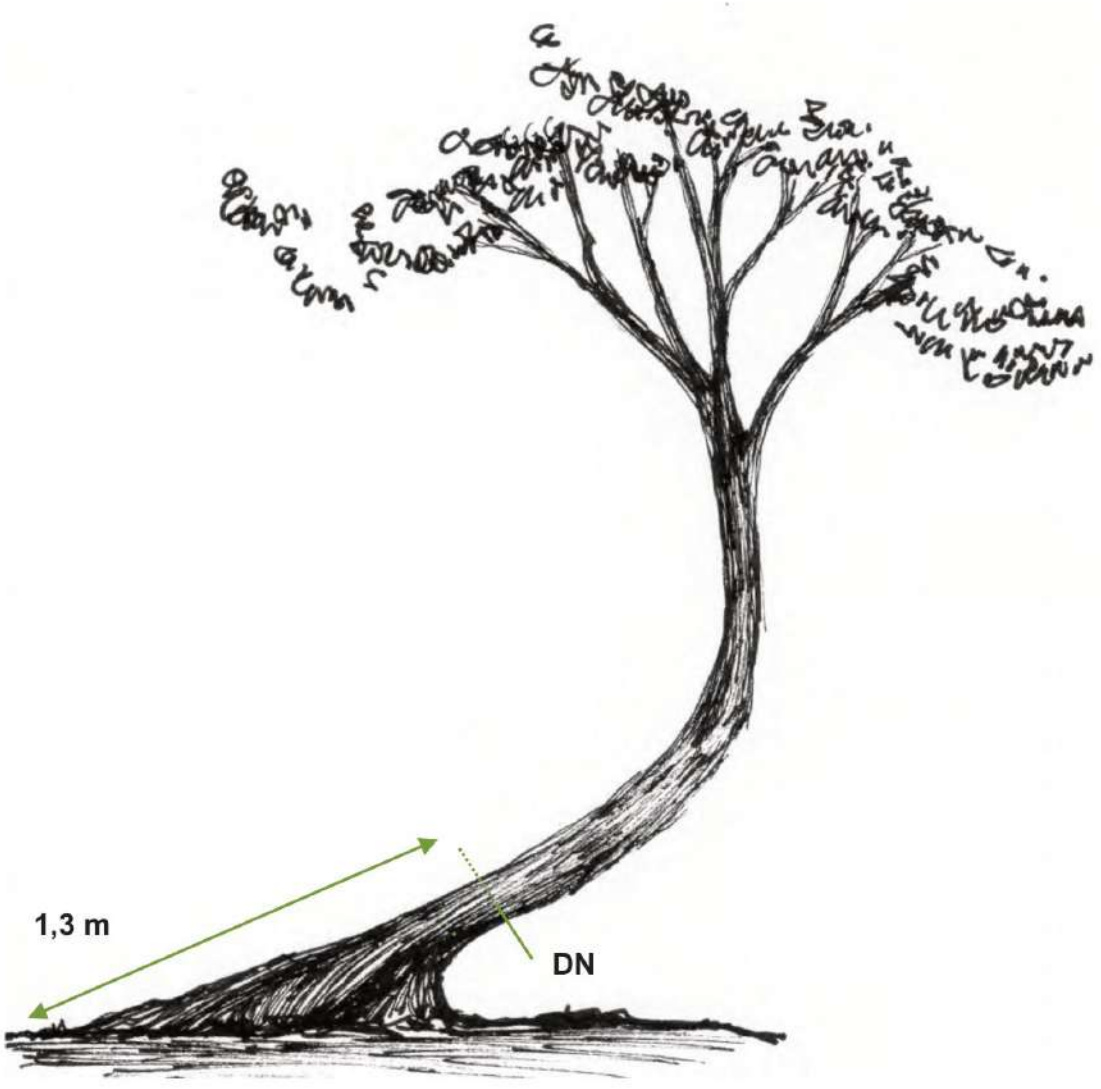


Figura 15. Diámetro normal en fuste decumbente

8. Árboles sin tallo definido a 1,3 m: como se mencionó anteriormente este caso se presenta en árboles juveniles o recién sembrados, donde aún no hay un tallo definido y por consiguiente su medición no aplica y se selecciona la opción "No tiene tallo definido". Igualmente, **no aplica** para arbustos y palmas, que presentan esta situación (Ver figura 16).

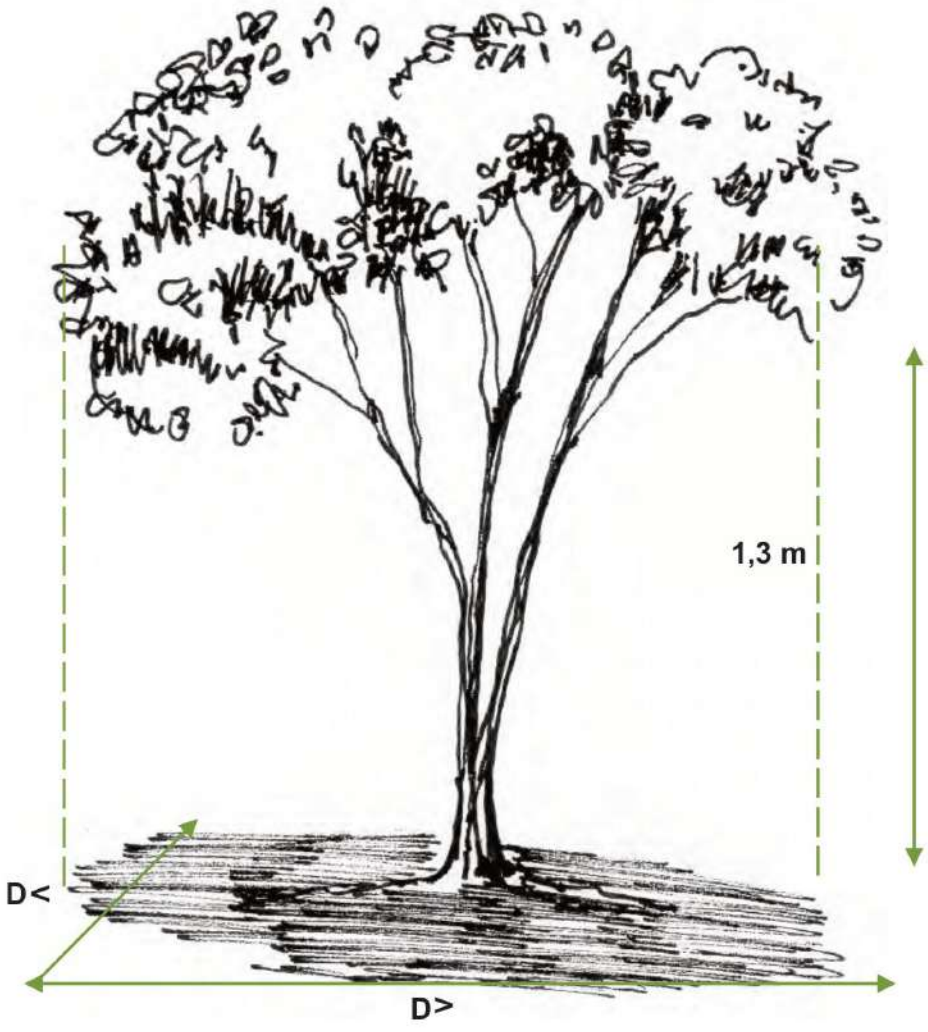


Figura 16. Árboles sin tallo definido a 1,3 m

3.1.5. **Diámetro de copa**

El diámetro de copa (DC) de un árbol hace referencia al ancho de la proyección ortogonal de la copa sobre un plano horizontal (Ver figura 17). Para su cálculo, se mide la longitud con cinta métrica de la copa en dos direcciones perpendiculares y ambos datos serán ingresados posteriormente en el sistema:

Diámetro mayor (D >) medida tomada en la parte más ancha de la proyección de la copa.

Diámetro menor (D <) medida tomada en la parte más angosta de la proyección de la misma; ambas medidas se toman en metros con precisión al decímetro (Ej.: 8,7 m).

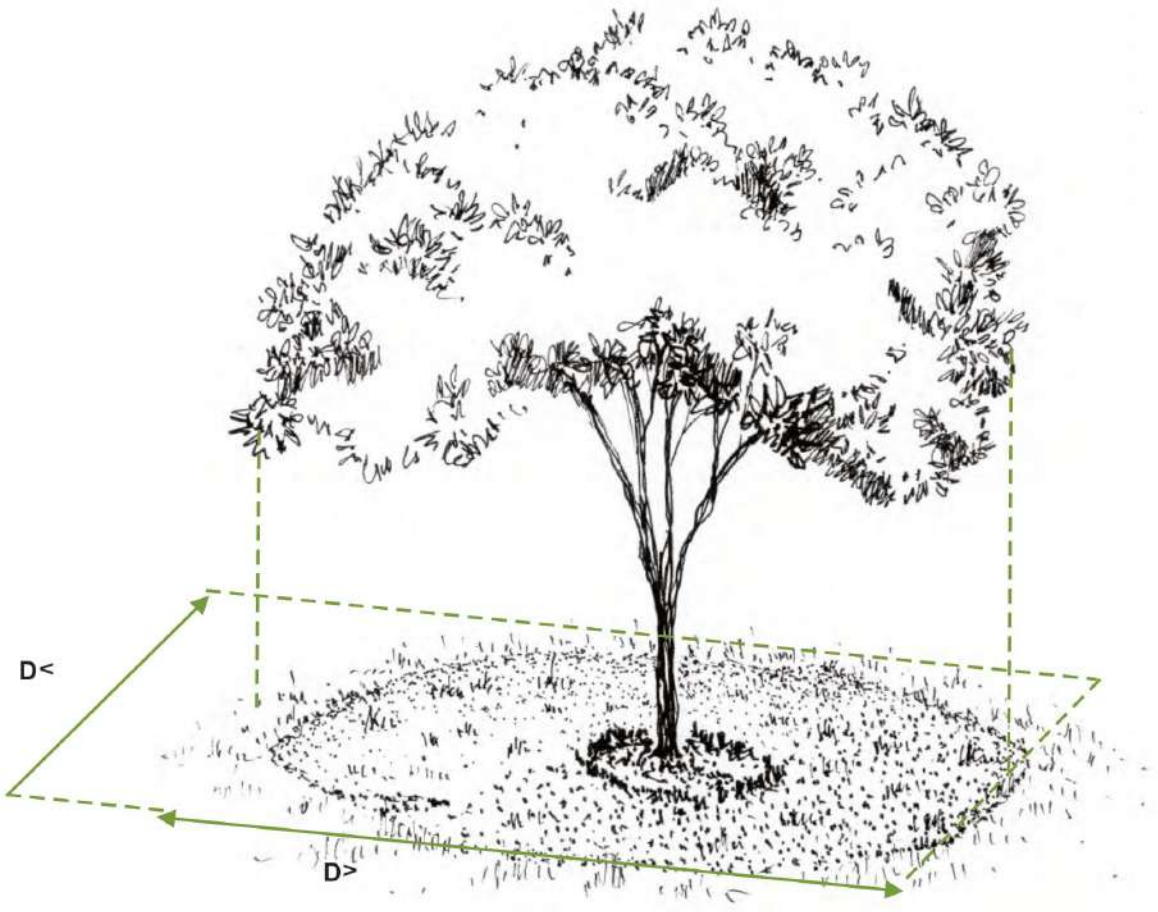


Figura 17. Medición del diámetro de copa en árboles

3.2. Medición de arbustos

Se entiende por especies de hábito arbustivo, aquellas especies de plantas perennes, de tallos lignificados, no maderables y que casi siempre presentan abundantes ramificaciones, generalmente desde la base o a muy baja altura y por consiguiente no alcanzan alturas totales mayores de 4 metros (Ver figuras 18 y 19).

3.2.1. **Altura total**

En el caso de los arbustos, al igual que en los árboles, esta medida corresponde a la distancia vertical medida en metros desde el nivel del piso, hasta la parte más alta o extrema de la copa y se sigue la misma metodología utilizada para los árboles.

3.2.2. **Diámetro normal**

Si el arbusto presenta varias bifurcaciones o un solo tallo principal definido, para la medición de la circunferencia se escoge y se mide el tallo más grueso o principal y se hace igualmente a los 1,3 m de altura, además de ello se cuenta el número de tallos que posee y se registra en la casilla de "observaciones". (En el caso de los arbustos, no se toman las medidas de las bifurcaciones, pero si se debe registrar la cantidad de bifurcaciones que tiene, descontando el principal).

3.2.3. **Altura de copa**

Dado que este concepto es aún más complicado de definir en el caso de los arbustos, de presentarse un tallo principal o definido y un punto donde se originen las ramas del mismo, la altura de copa (Hc) se medirá de la misma forma que en árboles (Ver figura 18) y en caso de ser ramificado desde el piso, la altura de copa no se mide.

3.2.4. **Diámetro de copa**

En los arbustos, esta variable se toma de la misma forma que se explica para los árboles, midiendo un diámetro mayor y uno menor en la proyección de dicha copa sobre el piso y se registran ambas medidas.

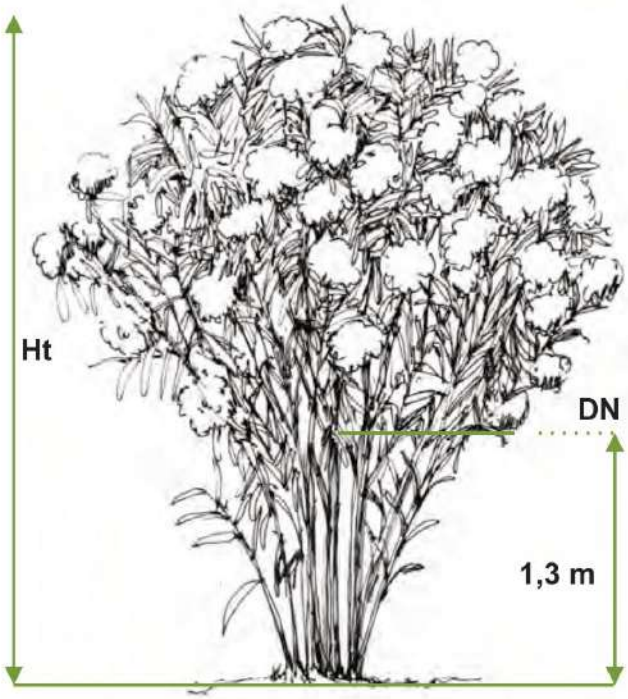


Figura 18. Mediciones en un arbusto ramificado desde la base

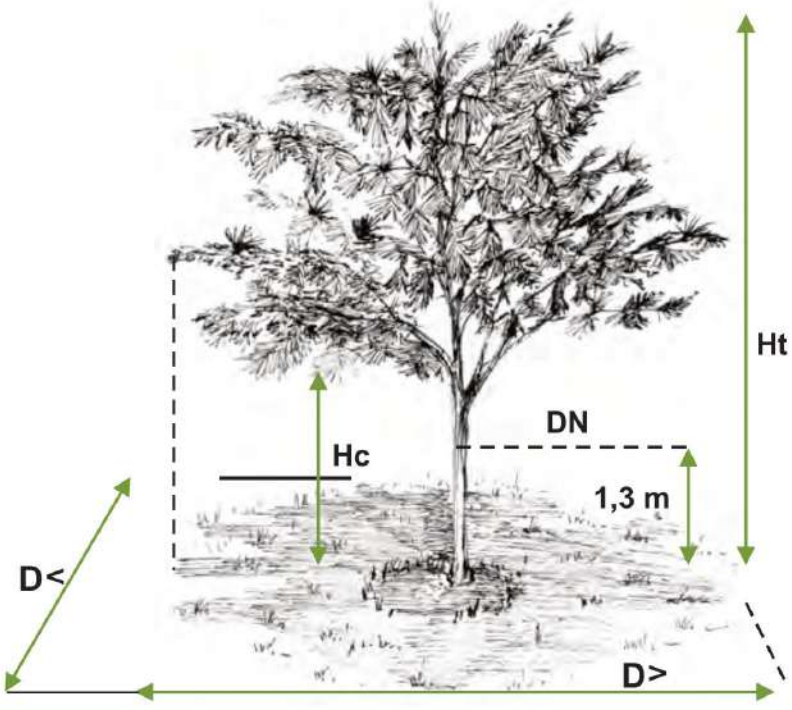


Figura 19. Mediciones en un arbusto con tronco principal definido

3.3. Medición de palmas

Las palmas poseen gran variedad en cuanto a su morfología, por lo tanto, a continuación, se explican las variables para los tipos de palma más comunes que podemos encontrar en la región metropolitana.

3.3.1. **Palmas solitarias**

Especies que presentan un solo "tallo" o estipe definido (Ver figuras 20, 21 y 22).

Altura total (Ht): se mide desde la base del estipe o nivel del suelo hasta el extremo de la hoja más alta o ápice de la copa. (No tener en cuenta la hoja bandera).

Altura de copa (Hc): dado que las especies de palmas comunes en nuestro medio no se ramifican, se mide desde la base del estipe o nivel del suelo, hasta el inicio del peciolo de la hoja más baja o punto donde se forma la corona de las hojas. En el caso de palmas con pseudoestipe, se mide hasta el punto más bajo, donde éste se inicia.

Diámetro normal (DN): se mide la circunferencia con cinta métrica o diamétrica, a una altura de 1,3 m desde la base del estipe y se deben tener en cuenta las mismas consideraciones o casos especiales descritos para los árboles. (Ver numeral 3.1.3) En caso de que los 1,3 m coincidan sobre el speudoestipe, la medición se debe realizar por debajo del mismo y anotar la altura a la que se le realizó la medición

Diámetro de copa (DC): en este caso se trata igualmente de medir la proyección de la copa o penacho de hojas, tomando de igual forma, un diámetro mayor y uno menor, como se explicó para el caso de los árboles.

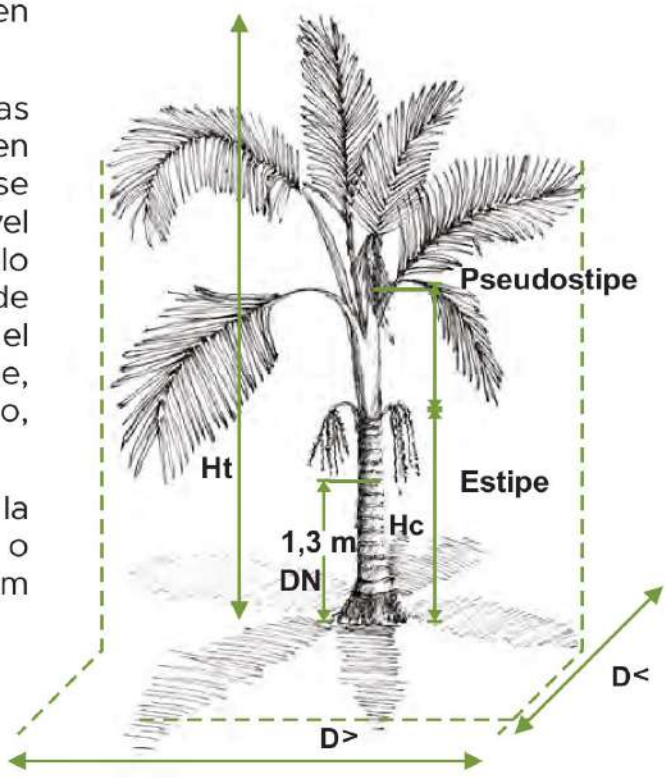


Figura 20. Palma solitaria con pseudoestipe

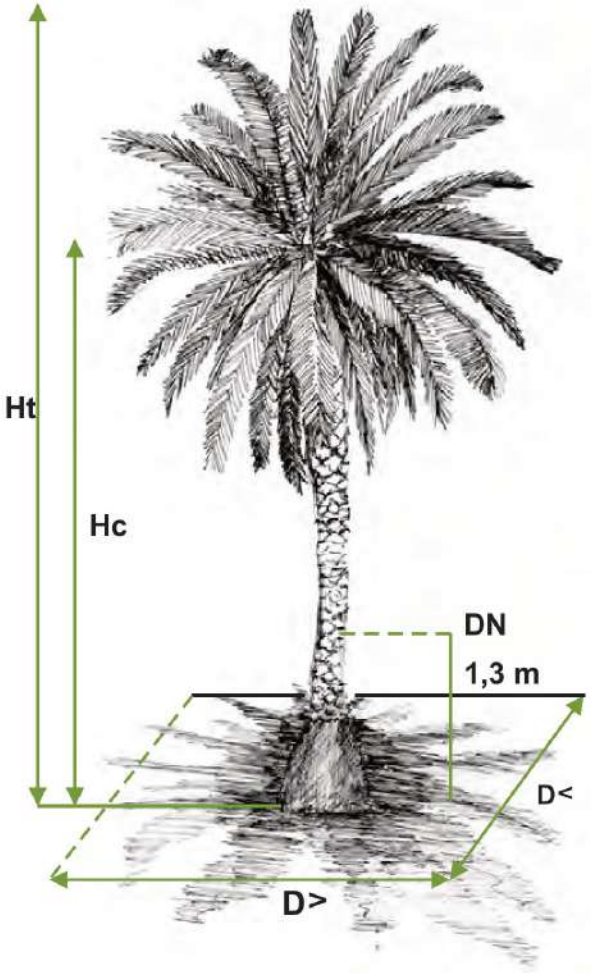


Figura 21 . Palma solitaria de hojas pinnadas sin pseudoestipe

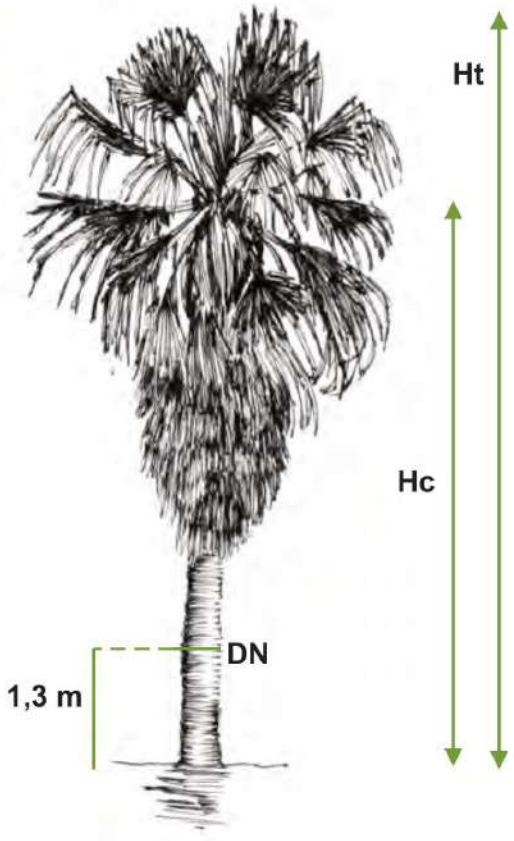


Figura 22. Palma solitaria de hojas flabeladas sin pseudoestipe

Variables para la medición de los individuos

3.3.2. **Palmas cespitosas**

Especies que presentan varios "tallos" o estipes (Ver figura 23, 24 y 25)).

Altura total (Ht): se identifica o se selecciona el estipe más alto y se mide desde la base hasta la hoja más alta o ápice.

Altura de copa (Hc): el estipe seleccionado se mide desde la base o nivel del suelo hasta el inicio del peciolo de la hoja más baja o punto donde comienza la corona de las hojas.

Diámetro normal (DN): al tallo seleccionado se le mide la circunferencia con cinta métrica o diamétrica a una altura de 1,3 m desde la base del estipe. El aplicativo cuenta con 5 casillas adicionales para ingresar los demás diámetros presentes; en caso de un número de estipes mayor a 5, se debe anotar la cantidad total de estos en la casilla "# de estipes totales".

Diámetro de copa (DC): en este caso se asume la copa como el conjunto de copas que conforman la palma cespitosa y por ende se debe medir la proyección del conjunto de copas, tomando así un diámetro mayor y uno menor para su medición.

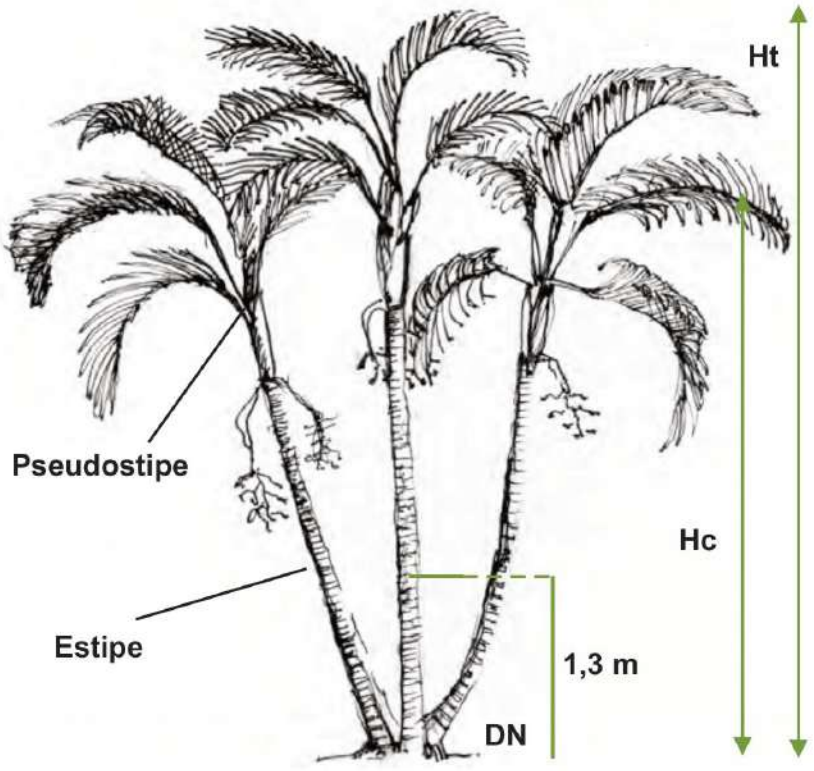


Figura 23. Palma cespitosa con pseudoestipe

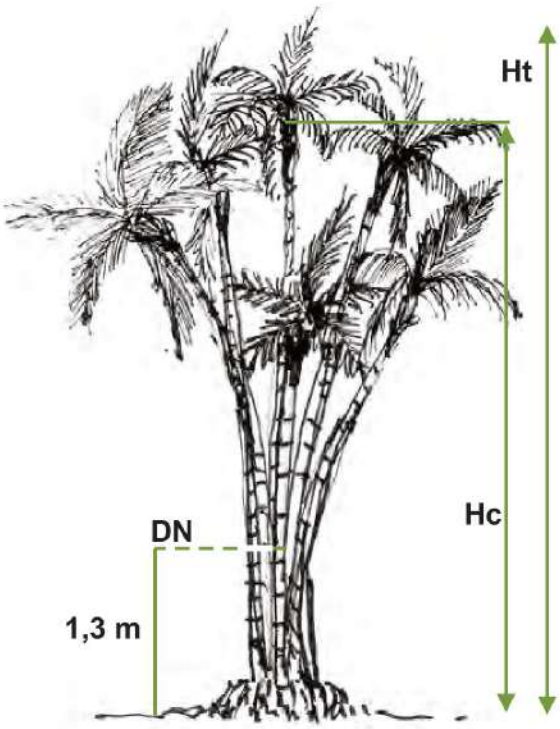


Figura 24. Palma cespitosa sin pseudoestipe

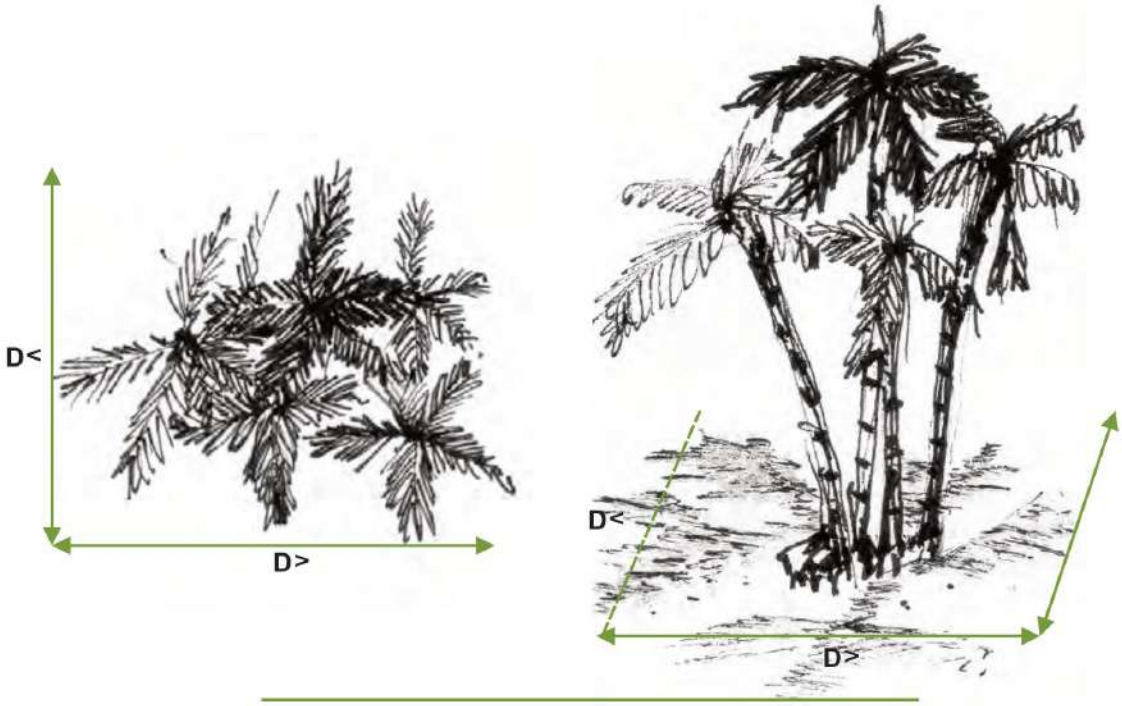


Figura 25. Diámetro de copa en palmas cespitosas

3.3.3. **Palmas decumbentes**

Hace referencia a especies que naturalmente presentan el estipe muy arqueado y apoyado en parte sobre el piso, ejemplo: palma noli (*Elaeis oleifera*) y algunos casos en palmas de coco (*Cocos nucifera*) (Ver figura 26).

Altura de copa (Hc): se mide desde la base hasta el inicio del peciolo de la hoja más baja o punto donde comienza la corona de las hojas, esta medida se realiza por el lado que presenta un mayor ángulo con respecto al piso.

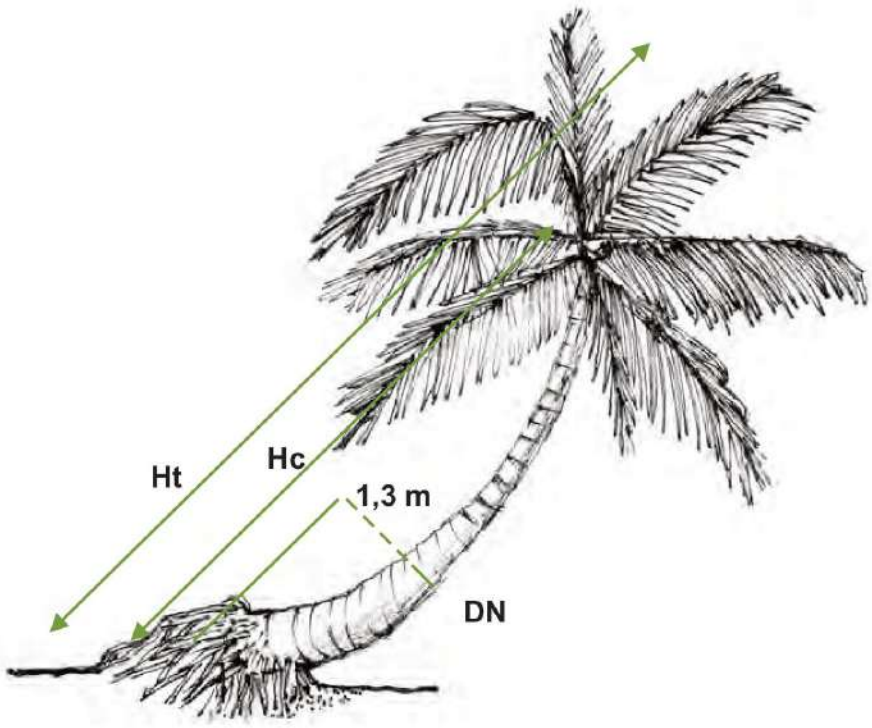


Figura 26. Palma decumbente

Altura total (Ht): se mide desde la base hasta el extremo de la última hoja, esta medida se realiza por el lado que presenta un mayor ángulo con respecto al piso. (Sin tener en cuenta la hoja bandera).

Diámetro normal (DN): se mide la circunferencia con cinta métrica o diamétrica a una altura de 1,3 m desde la base del estipe. Esta medida se realiza por el lado que presenta un mayor ángulo con respecto al piso.

Diámetro de copa (Dc): se asemeja a una palma solitaria. (Ver numeral 3.3.1).

3.3.4. **Palmas acaules**

Son aquellas especies que por su hábito natural de crecimiento no desarrollan un "tallo" o estipe aéreo (Ver figura 27).

Altura total (Ht): se mide desde la base hasta el extremo de la hoja más alta.

Altura de copa (Hc): en este caso no aplica y no se realiza esta medida.

Diámetro normal (DN): en este caso tampoco aplica y no se realiza esta medida.

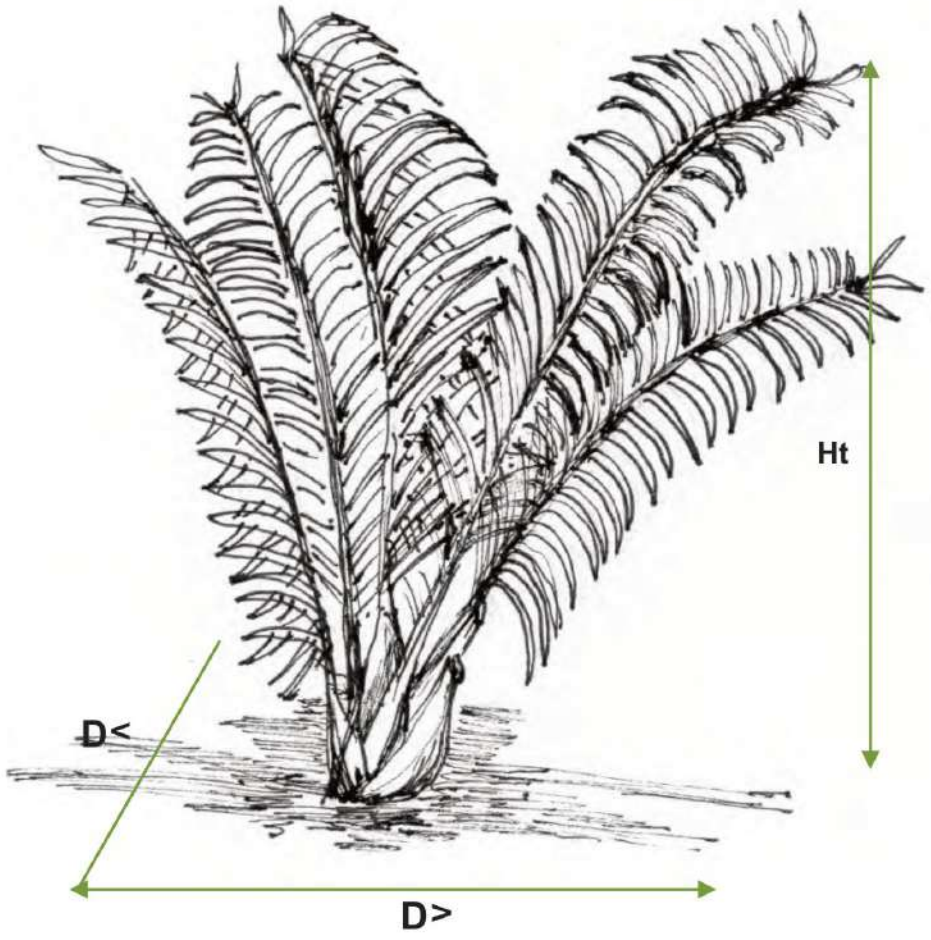


Figura 27. Palma acaule

Diámetro de copa (Dc): se asemeja a una palma solitaria. (Ver numeral 3.3.1).

3.3.5. **Palmas con zancos**

Altura total (Ht): se mide desde la base incluyendo los zancos hasta la última hoja. (No tener en cuenta la hoja bandera).

Altura de copa (Hc): se mide desde la base incluyendo los zancos, hasta la hoja más baja o punto donde comienza la corona de las hojas.

Diámetro normal (DN): se mide la circunferencia con cinta métrica o diamétrica a una altura de 1,3 m. Pero, si la altura de los zancos es superior, la medida se toma a los 30 cm a partir de la terminación de los zancos. Si es una altura diferente, se debe reportar en "observaciones" la altura de medición a la cual se tomó el DN.

Diámetro de copa (Dc): se asemeja a una palma solitaria. (Ver numeral 3.3.1).

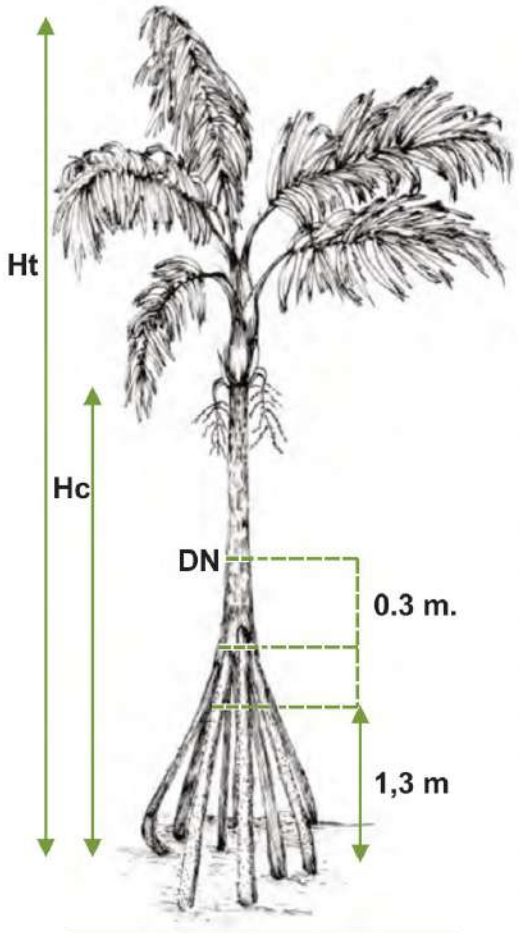


Figura 28. Palmas con zancos

3.4. Casos especiales en palmas

3.4.1. **Palmas con el estipe inferior a 1,3 m**

En este caso sólo se mide su altura total y no aplican las otras medidas (Ver figura 29).

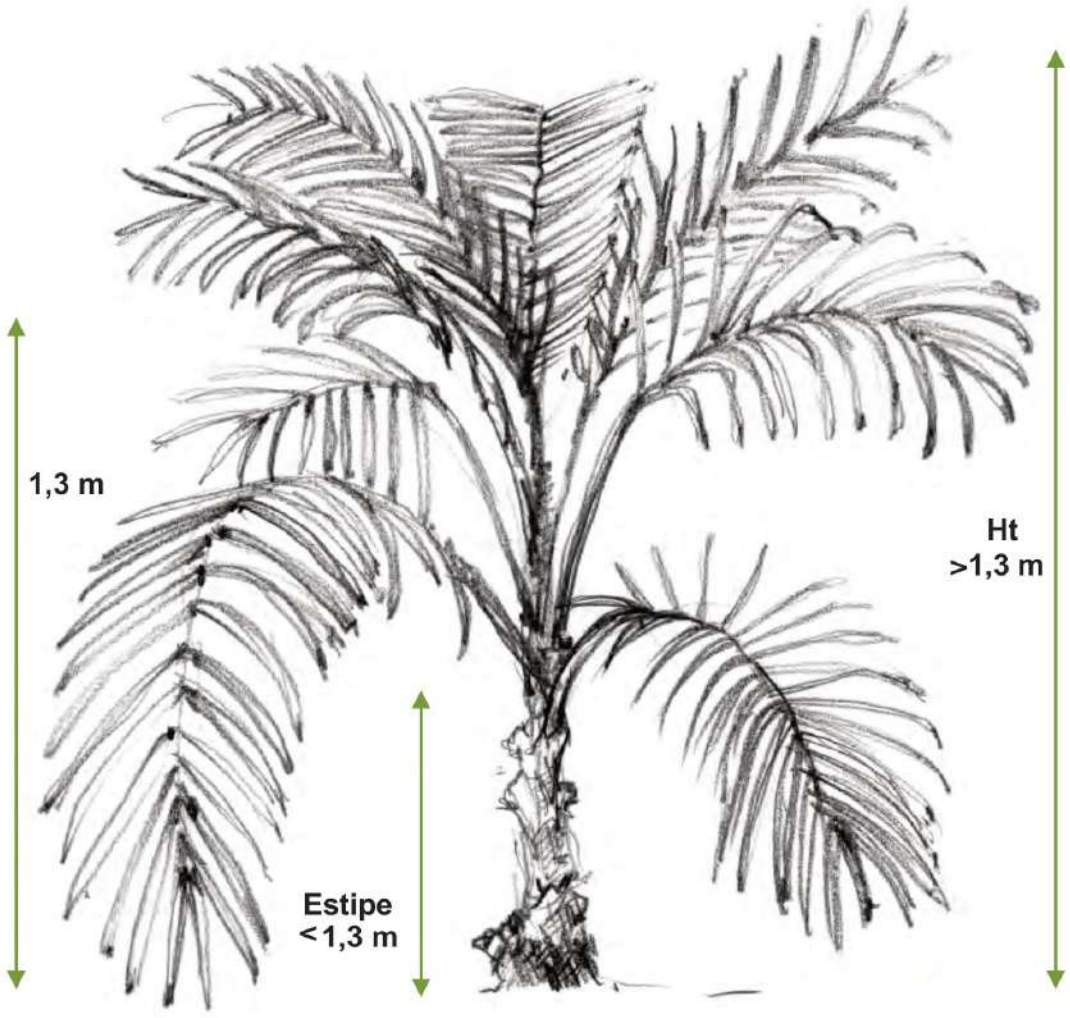


Figura 29. Palma con estipe inferior a 1,3 m

3.4.2. **Diámetro normal en palmas con espinas o bases de las hojas perennes**

En estos casos pueden utilizarse las siguientes opciones (Ver figuras 30 y 31):

Dado que no es práctico ni recomendable limpiar la zona con espinas o bases de hojas persistentes, se debe medir el DN con una forcípula o con un pie de rey (siempre y cuando el estipe no sea muy grueso, no mayor de 15 cm).

En el caso de espinas, también es posible Introducir con cuidado una cuerda y rodear la circunferencia del estipe, posteriormente se mide la longitud de la cuerda con cinta métrica para obtener el CAP.

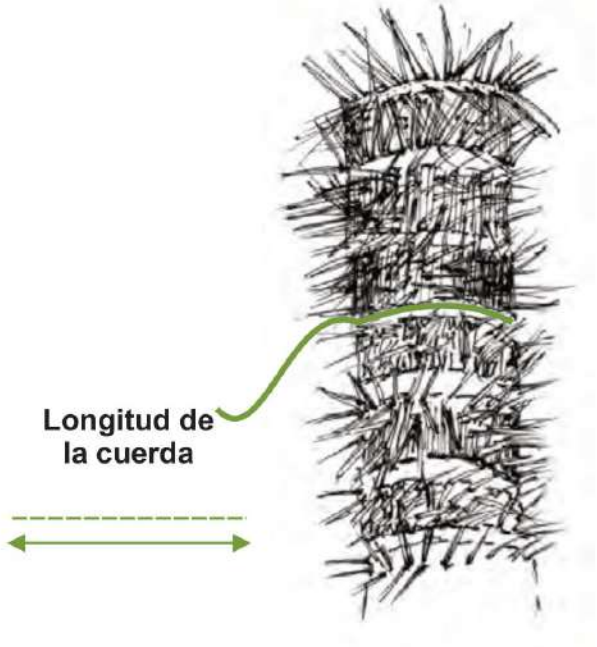


Figura 30, Medición de palmas con espinas (Detalle)

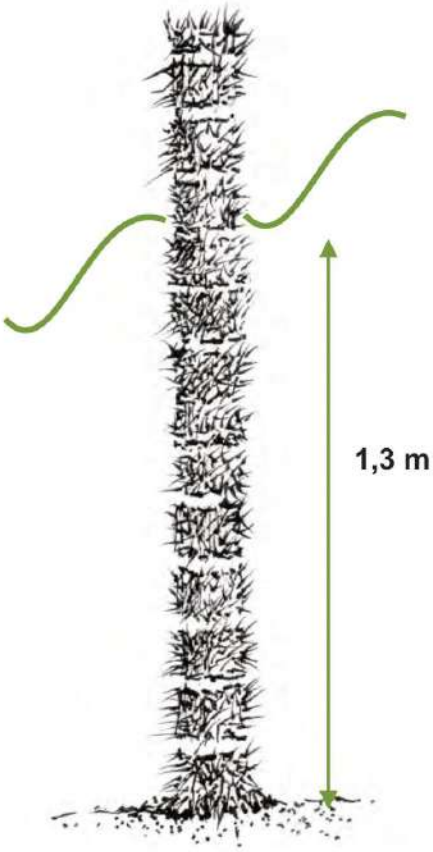


Figura 31. Diámetro normal en una palma con espinas

3.5. Medición de helechos arbóreos

Para este grupo de especies, sus medidas se asemejan o equiparan a las del grupo de las palmas, asumiendo igualmente que su tallo principal no se ramifica y por ende su copa sólo se conforma por el conjunto de hojas o "frondas". Para la medición del DN, se debe utilizar una forcípula o pie de rey (Ver figura 32).

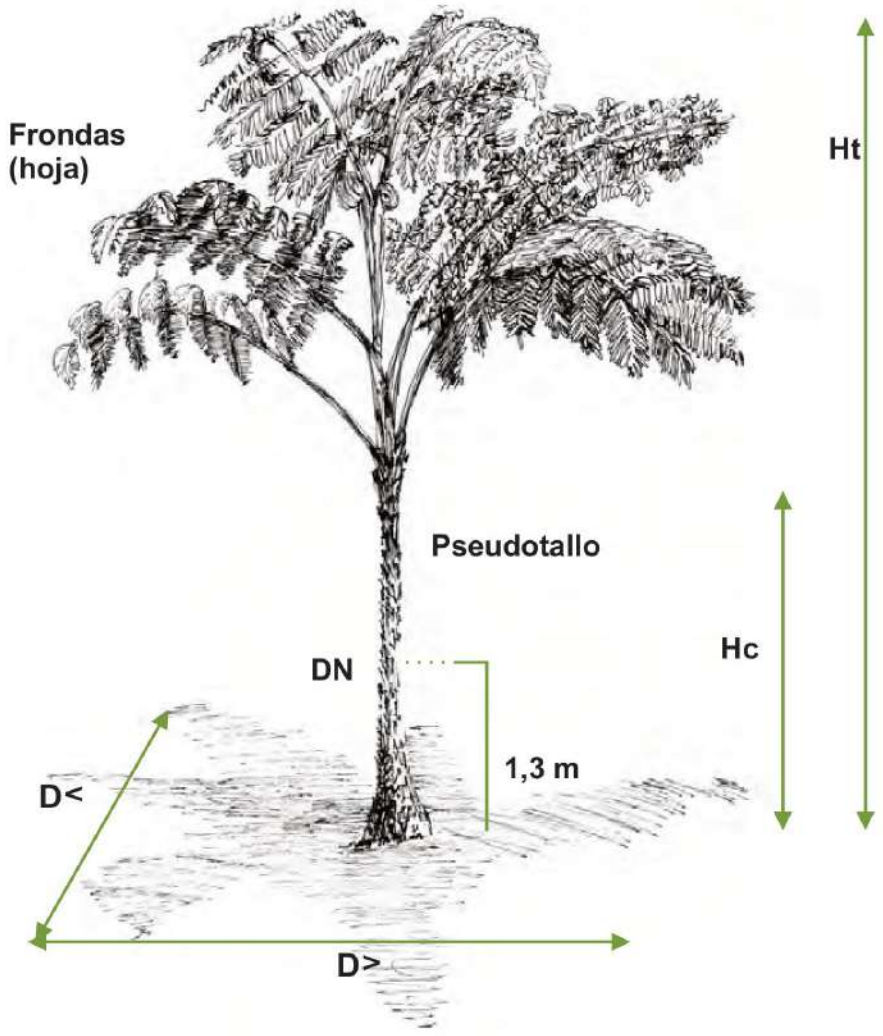


Figura 32. Helecho arbóreo con pseudotallo solitario

3.6. Medición de bambúes y guaduales

En primer lugar, se debe establecer el área total del conjunto, Para este grupo de especies el área de ocupación se determina midiendo el largo y ancho de dicha área y se reportan en las casillas "largo" y" ancho" del aplicativo, el cual calcula el área que ocupa dicho bambusal o guadual. En caso de ser un área heterogénea se deben emplear métodos topográficos o fotografías aéreas para establecer un área muy aproximada del mismo.

Luego, se selecciona el más desarrollado de los culmos o cañas para realizar las siguientes mediciones (Ver figuras 33 y 34):

Altura total (Ht): el tallo seleccionado se mide desde la base hasta su extremo final o parte más alta.

Altura de copa (Hc): el tallo seleccionado se mide desde la base hasta el punto donde comienza la concentración de las hojas.

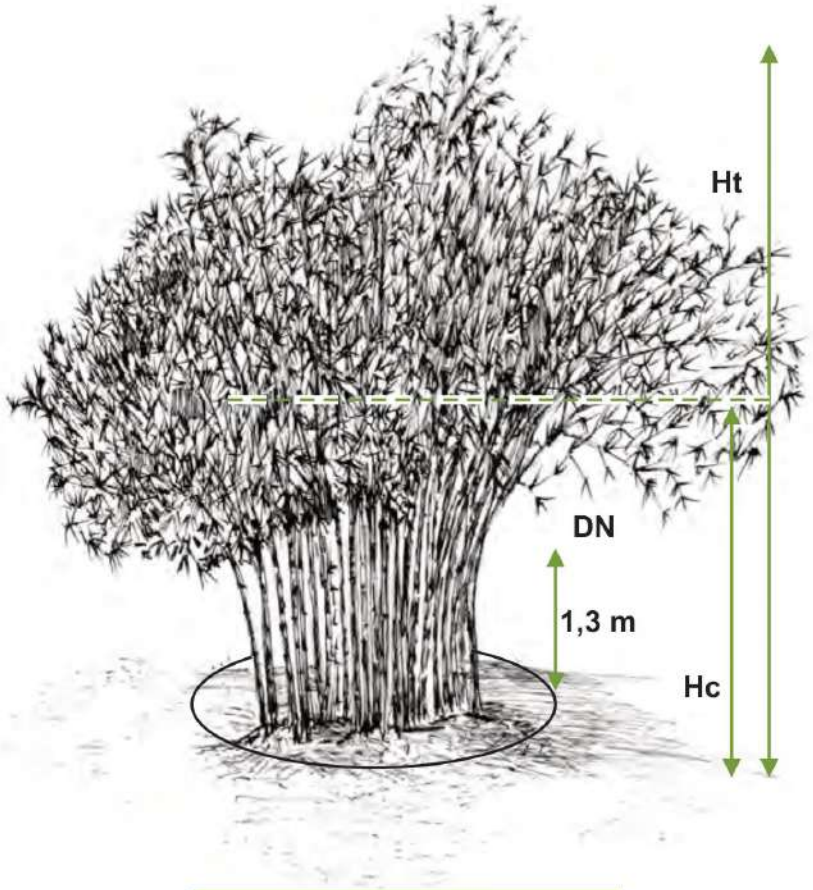


Figura 33. Medición de bambúes

Diámetro normal (DN): al tallo seleccionado inicialmente se le mide la circunferencia con cinta métrica o diamétrica a una altura de 1,3 m desde el piso.

Diámetro de copa (Dc): no aplica para los guaduales y en el caso de los bambúes, se asume como la proyección del conjunto de ramas y rebrotes que conforman la copa.

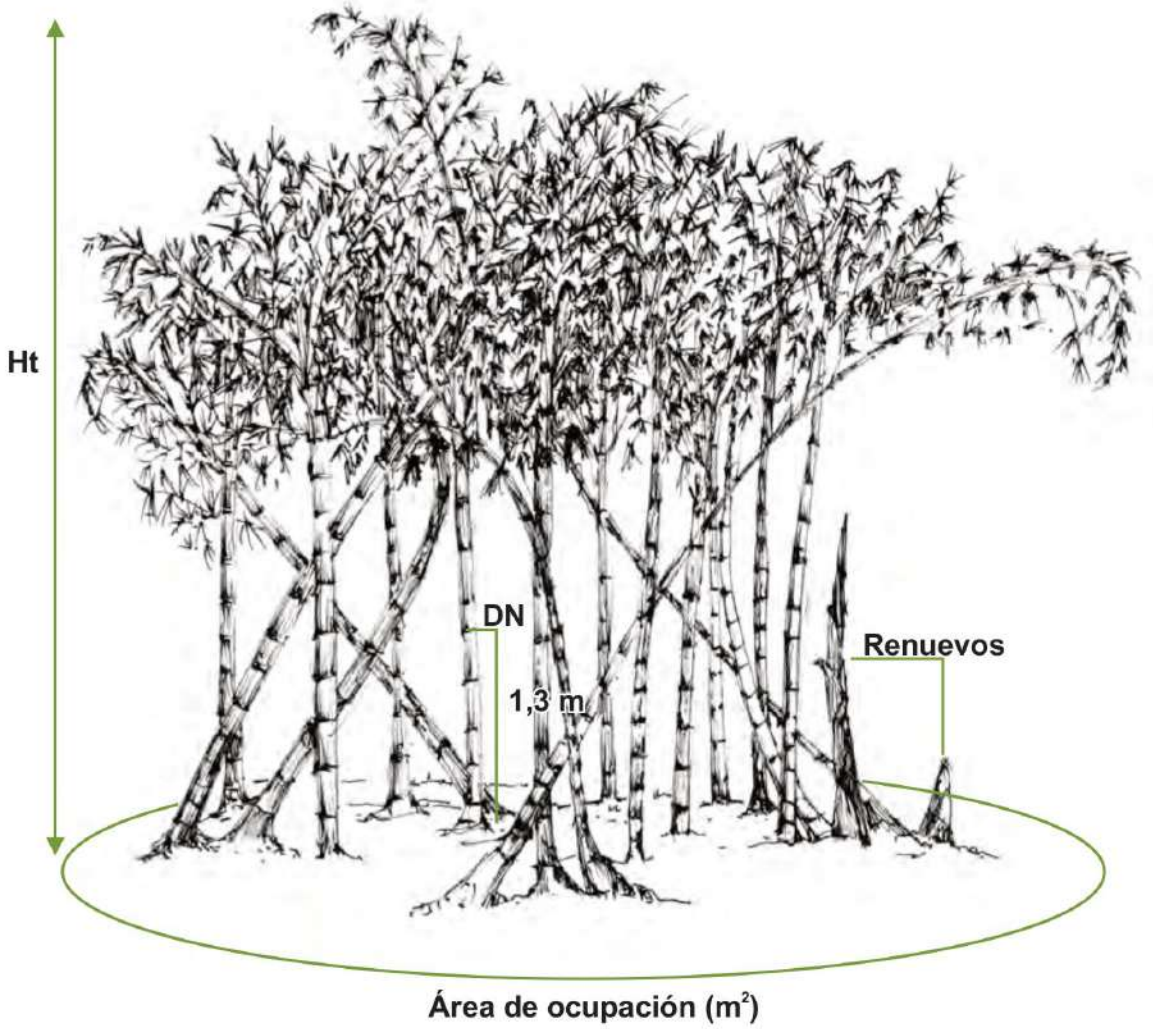


Figura 34. Medición de guaduales

3.7. Medición de dracenas, palma yuca y palma del viajero

Las especies de estos géneros de plantas, pertenecen al gran grupo de las monocotiledóneas, y si bien presentan portes arbóreos, tienen en común que no generan ramas propiamente dichas. Por lo general desarrollan un solo tallo, sin embargo, las dracenas y yucas, presentan rebrotes o bifurcaciones del tallo principal cuando este ha sido recortado y en la palma del viajero, es posible observar varios tallos saliendo del mismo punto en forma cespitosa.

Para su medición se deben tener en cuenta las mismas consideraciones descritas para el grupo de las Palmas. La altura total (Ht) y el diámetro normal (DN) se miden en el tallo principal o en el tallo más alto. Cuando se observen varios de ellos, en la casilla de "observaciones" se debe indicar el número de tallos que posee el individuo (Ver figuras 35, 36 y 37).

El concepto de copa para estas especies difícilmente aplica, porque no presentan ramificaciones. La copa se asume como el área ocupada por el follaje o "penacho" de hojas, y si es posible diferenciarse, se tomarán las medidas de altura y diámetros de copa.

Los hábitos de crecimiento que no están descritos en esta guía, tipo zamias, cycas, caña brava, cactus, entre otros, la medición estará sujeta a lo que establezca el Área Metropolitana del Valle de Aburrá o la autoridad ambiental competente.

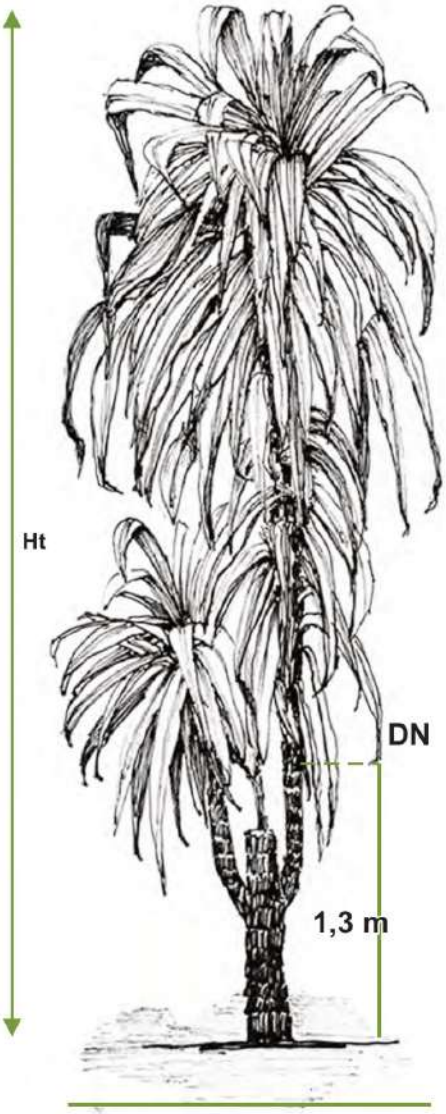


Figura 35. Medición de una dracena (*Dracaena* sp.)

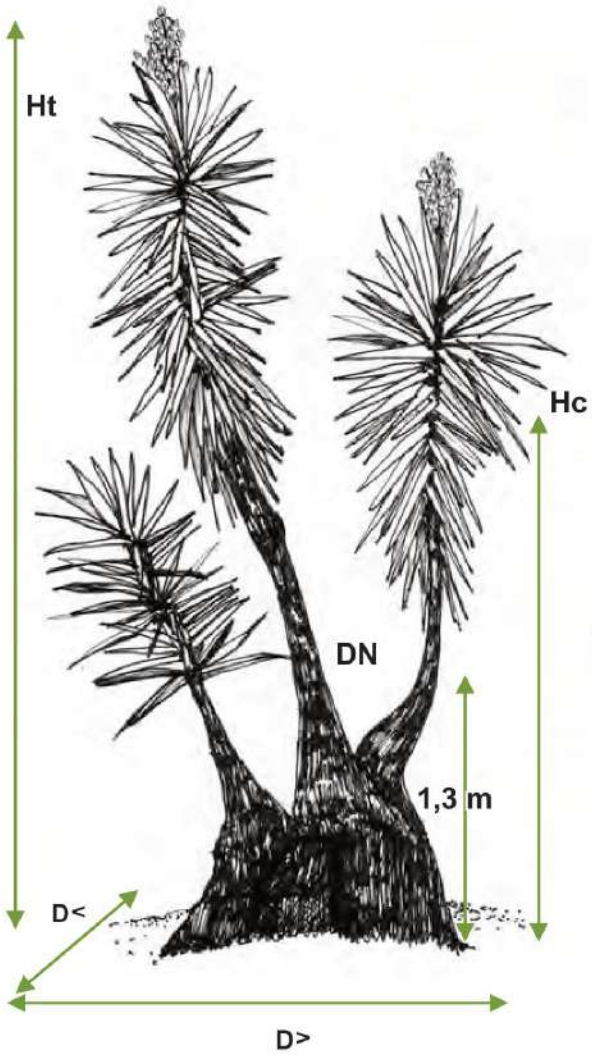


Figura 36. Medición de una Palma Yuca (*Yucca* sp.)

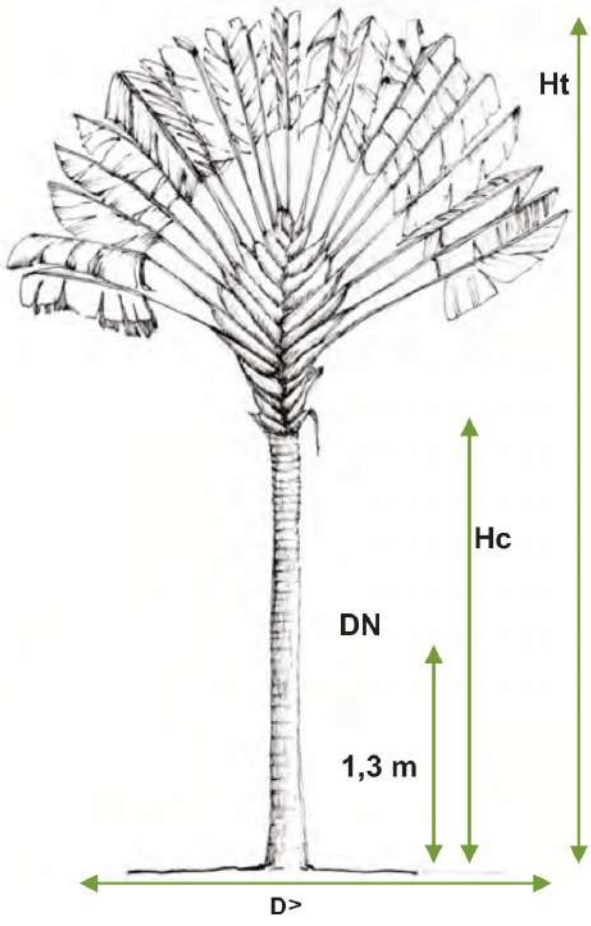


Figura 37. Medición de una Palma (*Ravenala madagascariensis*)

Variables para la medición de los individuos



4. Variables de ubicación y estado de los individuos

Hace referencia a las condiciones del entorno que rodean los individuos arbóreos, y su estado general de desarrollo, relacionado con agentes y síntomas de daño mecánico, posibles niveles de riesgo, así como las recomendaciones de mantenimiento que los profesionales estimen convenientes.

4.1. Tipo de intervención (gestionar árbol)

Cuando se ingresa por primera vez un individuo a la plataforma SAU, existen dos situaciones: que la actividad coincida con la siembra del árbol o que, si este ya ha sido sembrado, sea la primera vez que se toman sus medidas. Por consiguiente, se deben seleccionar las siguientes opciones:

Siembra: establecimiento de individuos arbóreos en un sitio determinado. Hace referencia a individuos producidos en viveros, de los cuales se conoce su procedencia y el encargado de realizar la intervención.

Cuando la siembra hace parte de una reposición o compensación, se debe asociar en la casilla correspondiente el código del árbol talado.

Inventario inicial: individuo del cual se desconoce su procedencia y quién lo sembró, usualmente son individuos que han sido sembrados por la comunidad o por regeneración natural. Siempre se debe verificar que el individuo no haya sido ingresado anteriormente al SAU, para no duplicar la información. Si el individuo existe en el aplicativo, la información se registra como una intervención que se le va a realizar a ese individuo. No es válido crear un nuevo registro.

4.2. Gestionar intervención

Seleccionar la intervención o actividad silvicultural principal que se le realiza al individuo, de acuerdo al contrato y según la lista desplegable. Ejemplo: podas, fertilización, aplicación de material vegetal, tala, retiro árbol volcado, etc.

Si se trata de una intervención para registrar "monitoreo" de las variables dasométricas de los individuos-,este se debe realizar cada año a partir de la última medición registrada). o también puede ser una visita por parte de funcionarios del AMVA.

Debe seleccionarse sólo una opción, entendiendo que es la actividad principal que se le hace al individuo y dependiendo del tipo de intervención el SAU requiere variables obligatorias. (Ver tabla 1, al final de esta guía).

Nota. El MONITOREO de las variables dasométricas de los individuos SE DEBE realizar cada año a partir de la última medición registrada.

Nota. En cada sitio que se realice el monitoreo de árboles, es importante verificar los árboles que se hayan muerto o estén desaparecidos, y esta intervención deberá ser actualizada en el SAU.

4.3. Intervenciones secundarias

Hace referencia a las prácticas silviculturales que han sido aplicadas al individuo además de la intervención principal. Pueden seleccionarse varias opciones de acuerdo a cada actividad realizada, la finalidad es que quede registrada cada intervención aplicada al árbol, arbusto o palma.

4.4. Estado del árbol

Da a conocer el estado actual de supervivencia del individuo en el momento de la medición. Puede estar activo, muerto o desaparecido. Así mismo se deben seleccionar las posibles condiciones fenológicas del individuo: defoliado, florecido, fructificado o fon esporas. para el caso de helechos arbóreos.

4.5. Riesgos

El riesgo se define como el potencial o posibilidad de caída de los árboles o parte de estos, por defectos, problemas fitosanitarios o daños estructurales, que pueden producir afectaciones a las personas o a los bienes materiales. En algunas situaciones, la mala selección de la especie para un determinado sitio o el mal desarrollo del individuo, se convierte en una fuente de riesgo o peligro para los habitantes y la infraestructura urbana.

El objetivo es registrar cualquier riesgo, con el fin de desarrollar acciones correctivas o de prevención. En todo caso, es importante que los profesionales profundicen en el tema cuando se requiera.

A continuación, se resumen los principales tipos de riesgos más frecuentes en la zona urbana:

Afectación a construcciones: el individuo interfiere con viviendas, edificios, vías, o cualquier otro tipo de infraestructura.

Daño en infraestructura por raíces: las raíces del individuo están causando levantamiento de piso o andenes, se presenta cuando el árbol se encuentra en espacios reducidos o con un sistema radicular muy superficial.

Interferencia con la circulación: cuando el individuo o parte de este interrumpe el paso de vehículos, peatones o dificulta la visibilidad en senderos y aceras.

Interferencia con redes aéreas: cuando el individuo presenta conflicto con los cables aéreos (redes de transmisión, redes de distribución, redes de telecomunicación o alumbrado público).

Interferencia con señalización: cuando el individuo o parte de este impide la visión de señales de tránsito, cámaras, anuncios de seguridad u otros avisos informativos.

Posible caída de ramas: hace referencia a las especies susceptibles a la caída natural de sus ramas, como aquellas que presentan autopoda, presencia de ramas con pudriciones o ramificaciones secas.

Volcamiento del individuo: individuo que puede presentar caída por afectaciones a su estabilidad, por ejemplo, individuos inclinados en terrenos muy pendientes, con daños mecánicos o fitosanitarios, pudriciones en la base del tallo, avanzada edad de los mismos o sistemas radiculares mal formados.

Si existe otro tipo de riesgo que no esté incluido en las opciones del aplicativo SAU, se debe registrar en el campo de "observaciones".

4.6. Agentes de daño mecánico

Son los daños ocasionados por personas con artefactos o instrumentos que causan lesiones al árbol, entre ellos:

Guadañas u otros agentes: árboles que presentan cortes y heridas en la base del tallo ocasionadas por la guadaña, daño muy común por estar asociado al mantenimiento de zonas verdes.

Pintura: individuos con marcas de pintura en el tronco o ramas.

Poda inadecuada: podas que no fueron realizadas con la técnica y herramientas adecuadas, presencia de defectos, cortes disparejos, desgarres de corteza, entre otros.

Presencia de avisos/lámparas: cuando existen avisos o lámparas instaladas en el individuo.

Presencia de clavos/alambres: es el caso de individuos con clavos o alambres incrustados.

Vandalismo: agresión contra el individuo que perjudique su sano desarrollo como acumulación y quema de basuras en su base, desgarramiento de la corteza, marcas talladas en la corteza, anillamientos, etc.

Otros daños: cualquier otro tipo de daño que sea pertinente registrarlo. Por ejemplo, daños causados por animales, factores ambientales o antrópicos.

Si existe otro tipo de agente de daño mecánico que no esté incluido en las opciones del aplicativo SAU, se debe registrar en el campo de "observaciones".

4.7. Síntomas de daño mecánico

Enumera los efectos que pudo haber producido un agente de daño mecánico, se deben seleccionar las opciones que apliquen para el individuo evaluado, entre ellos:

Anillado: es el corte de una franja de corteza alrededor del tronco princi-

pal o fustes principales. El corte de la corteza impide que el árbol se nutra adecuadamente, pues éste es el medio de transporte de los nutrientes que provienen de las raíces.

Descopado: es la eliminación de todas o casi todas las ramas y el follaje para reducir el tamaño del árbol, lo que a su vez afecta la forma de la copa. En este caso se trataría de una mutilación, los rebrotes generados son muy débiles y propensos a reventarse generando riegos para los transeúntes y la infraestructura en general.

Descortezamiento: es la pérdida parcial o total de la corteza del árbol, debido a esto el árbol puede generar traumas graves, ya que al retirarla también se pueden afectar sus sistemas vasculares y por consiguiente una mala conducción de los nutrientes.

Heridas en el tallo o ramas: corresponden a las lesiones o afectaciones ocasionadas por diferentes agentes, por ejemplo, vandalismo, uso de herramientas inadecuadas, animales domésticos, entre otros. Los árboles pueden presentar golpes, roturas, agrietamientos, oquedades, estrangulamientos, cortes o inserciones.

Inclinado: hace referencia a aquellos individuos que han perdido su crecimiento vertical con respecto al terreno, ocasionado por diferentes motivos, por ejemplo, competencia por luminosidad, movimientos de tierra, fuertes y continuos vientos, sustratos inadecuados de siembra, prácticas incorrectas de manejo y en otros casos, debido la genética del individuo.

Raíces descubiertas: se refiere a la erosión del pilón de tierra que cubre las raíces cerca a la base del árbol, la principal causa son las acciones silviculturales incorrectas, por ejemplo, al realizar un hoyado cuya profundidad es inferior a la altura del pilón dejando así una parte de éste expuesta a la erosión por efecto de las gotas de lluvia, o cambios en los niveles del suelo donde fue sembrado, entre otros.

Ramas quebradas: corresponde a ramas fracturadas o cortadas parcialmente con peligro de caída, ocasionado por diferentes agentes naturales o ambientales. Estas heridas cambian la arquitectura normal del árbol y se convierten en focos de pudrición y secamiento del individuo sino se corrige oportunamente.

Si existe otro tipo de síntoma de daño mecánico que no esté incluido en las opciones del aplicativo SAU, se debe registrar en el campo de observaciones.

4.8. Entorno

Hace referencia al medio circundante inmediato al árbol, que, aunque es siempre el mismo, no es estático, ya que puede variar por causas

antrópicas o naturales, como, por ejemplo, deslizamientos, quemas, disposición de escombros o basuras, entre otras.

A continuación, se presenta la lista desplegable de opciones que pueden ser seleccionadas según su presencia:

Acueducto: indica si existe una cercanía al conjunto de obras, equipos y materiales utilizados para la captación, aducción, conducción, tratamiento y distribución del agua potable para consumo humano.

Alcantarillas: indica si existe una cercanía al conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales o de las aguas lluvias.

Contadores: determina si se encuentra este instrumento destinado a medir o indicar la cantidad de agua, energía y gas que pasa a través de un elemento o componente de un sistema, en el entorno subterráneo o aéreo del individuo.

Estación metro: esta opción se selecciona cuando el árbol evaluado está sembrado en las zonas verdes o de influencia directa de alguna de las estaciones del Sistema Metro.

Línea metro: hace referencia si el individuo se encuentra en las zonas verdes de influencia directa de las líneas de circulación del Sistema Metro.

Luminarias: hace referencia a la cercanía inmediata de luminarias o lámparas del alumbrado público. Como recomendación general, no se deben plantar individuos arbóreos medianos o grandes, cerca de lámparas donde eventualmente bloqueen la luz, dado que, si esto ocurre, el árbol tendrá que podarse regularmente, afectando la forma y desarrollo del mismo.

Manhole: corresponde a la presencia cerca del individuo de estructuras en concreto, que presentan aberturas con tapas o cubiertas que tienen la función de dar acceso al alcantarillado y demás obras subterráneas, utilizadas para revisar, supervisar y reparar algún tipo de daño.

Poste de energía: se refiere a la existencia de postes de energía y trasformadores, es quizás la mayor restricción al crecimiento en altura de los árboles, puesto que cuando las ramas tocan los cables se pueden causar cortocircuitos, siendo necesario realizarles podas, que en la mayoría de los casos afectarán igualmente la forma y desarrollo de estos.

Líneas de transmisión: esta opción indica si encima del individuo se presentan líneas de transmisión eléctrica, que pueden tener conflictos con el desarrollo de los mismos o afectar la normal distribución del sistema de energía en la ciudad. Se

refiere a las líneas de alta tensión que están soportadas en grandes torres metálicas.

Redes de baja tensión compacta: de igual forma, esta opción indica la presencia de redes eléctricas, cercanas a los individuos, en este caso con tensiones entre 110 a 220 voltios, conocidas como redes domiciliarias. Estas están construidas con conductores o cables aislados trenzados que van soportados en postes a una altura de 5 m. Los cables de estas redes permiten el contacto con las ramas de los árboles y solo se les hace mantenimiento cuando se ven afectadas por el rompimiento del conductor debido al empuje o fricción de las ramas.

Redes de distribución media tensión abierta: también denominadas como redes primarias, por ser abiertas ocupan mayor área horizontal y se utilizan en zonas despejadas. Las redes abiertas generalmente están construidas en cables de aluminio desnudo, que no permiten contacto con las ramas de los árboles. Para su construcción se emplean postes de concreto o madera de 14 o 12 metros, según su tensión eléctrica.

Redes de distribución media tensión compacta: son similares a las anteriores, pero utilizan cables protegidos, amarrados y separados con espaciadores triangulares, lo que tolera en mayor proporción el contacto con las ramas de los árboles. Aunque generalmente se utilizan en redes subterráneas, a veces son utilizadas en redes aéreas, especialmente en zonas de alto conflicto con la vegetación.

Redes de gas: indica si cerca del individuo hay presencia de tuberías a través de las cuales se transporta el gas hasta los diferentes usuarios.

Semáforo, señales de tránsito: de igual forma se registra la presencia de este tipo de infraestructura vial, que puede llegar a estar en conflicto con el arbolado urbano.

Telefónicas, telecomunicaciones: hace referencia a la cercanía de las líneas de conducción que prestan el servicio de telefonía básica, televisión e internet y pueden ser alámbricas o inalámbricas.

Si existe otro tipo de entorno que no esté incluido en las opciones del aplicativo SAU, se debe registrar en el campo de observaciones.

4.9. Recomendaciones de mantenimiento.

Es el conjunto de prácticas o intervenciones silviculturales que se recomiendan para el mantenimiento de los individuos, dependiendo de su estado de desarrollo o nivel de riesgo observado. A continuación, se detallan las opciones de la lista desplegable, relacionadas con el mantenimiento del arbolado urbano:

Aplicación de material vegetal picado: consiste en la aplicación de material orgánico triturado proveniente de las talas y podas. Este se obtiene por medio de un proceso realizado con una máquina trituradora "chipper", la cual se encarga de reducir dicho material a pequeñas partículas.

Cerramiento: práctica que consiste en implementar un cercado o encerramiento temporal del individuo. El propósito es proteger los árboles de lesiones directas, particularmente cuando se desarrollan obras civiles alrededor de los mismos.

Cicatrización: corresponde a la recomendación de favorecer la cicatrización natural de los tejidos de manera asistida, mediante la aplicación de cicatrizantes hormonales cuando se han realizado podas o cortes de corteza.

Control fitosanitario: es el conjunto de prácticas o actividades recomendadas para un individuo con el fin de prevenir, eliminar o curar las enfermedades o plagas que pueda presentar. Consiste básicamente en labores de limpieza y/o aplicación de productos denominados como insecticidas o fungicidas según la necesidad (preferiblemente de origen orgánico). Es importante destacar que esta recomendación, debe estar avalada por profesionales o expertos en el tema.

Drenaje del terreno: se refiere a mejorar la permeabilidad o porosidad del suelo, es decir, la facilidad de escurrimiento superficial e infiltración profunda del agua a través del suelo en un determinado tiempo, en casos de encharcamiento frecuente o mal drenaje.

Eliminación de cerramientos: es la supresión de los mecanismos de protección que en algún momento fueron instalados a un árbol para contrarrestar los efectos provocados por algún agente externo. Esto se hace cuando estos mecanismos ya no son necesarios para el árbol, y por el contrario terminan afectando su crecimiento y desarrollo.

Eliminación de piso duro: consiste en la recuperación de las condiciones naturales del piso o suelo donde están sembrados los individuos, mediante el retiro de las cubiertas en concreto, aros metálicos o baldosas que los rodean y afectan su normal desarrollo.

Fertilización: recomendación que implica la adición de nutrientes al suelo, mediante la aplicación de productos agroquímicos o productos orgánicos. En lo posible se deben aplicar mezclados con micorrizas o similares.

Limpieza: esta recomendación se refiere a la limpieza de tallos y ramas mediante la eliminación de plantas parásitas o epífitas que por sobrepoblación estén afectando el

desarrollo del individuo (Por ejemplo, tipo "melenas" como *Tillandsia usneoides* y *Tillandsia recurvata*). O bien, se refiere a la eliminación de elementos extraños o pinturas que igualmente afectan el individuo.

Plateo: consiste en la eliminación de plantas no deseadas alrededor de la base del tallo, en forma circular, con el fin de favorecer la infiltración del agua y disminuir su competencia. Su función es semejante a la de los alcorques en el caso de pisos duros. Esta recomendación es fundamental, particularmente para los individuos recién sembrados y durante los primeros tres años de crecimiento, en tanto disminuyen los riesgos de daños mecánicos ocasionados por las labores de corte de grama con guadaña.

Reconstrucción de andén: es la restauración de aceras o andenes que se encuentran afectados por el crecimiento y desarrollo de los árboles, y ponen en riesgo la circulación de los peatones. Esta reconstrucción se debe realizar teniendo en cuenta el tamaño final que puede alcanzar la especie sin afectar el sistema de raíces presente.

Tala: consiste en la eliminación completa de un individuo arbóreo, bien sea por riesgo de caída o por intervención urbanística. Esta actividad se debe tramitar ante la autoridad ambiental competente, para obtener su correspondiente autorización.

Retiro árbol volcado: consiste en el retiro y limpieza de individuos volcados o caídos.

Trasplante: consiste en llevar un individuo de un lugar a otro. Se realiza cuando se quiere conservar individuos deseables, esenciales o bien por su importancia ecológica, ambiental o patrimonial. Para realizar un trasplante debe solicitarse su autorización ante la autoridad ambiental respectiva.

Tutorado: es el empleo de varas o estacas delgadas rectas y resistentes que se entierran al lado de los árboles juveniles y se atan a su tallo principal con el objetivo de favorecer su establecimiento y crecimiento de forma recta.

Si existe otro tipo de recomendación que no esté incluido en las opciones del aplicativo SAU, se debe registrar en el campo el campo de observaciones.

Podas: la poda consiste en cortar o quitar parte de las ramas de los árboles con el objetivo de mejorar su desarrollo o corregir alguna situación insatisfactoria o problemática. Esta recomendación puede ser de carácter urgente, para remover ramas en riesgo de caída, o bien de carácter preventivo para promover la salud, estructura y seguridad del árbol. Se debe recordar que para árboles adultos (individuos mayores de > 4 m) esta actividad se debe tramitar ante la autoridad ambiental

competente, para obtener su respectiva autorización.

Cabe mencionar que las prácticas de poda no aplican o no se deben realizar para ciertas especies como las palmas, helechos arbóreos y palmas del viajero, en estos casos esta actividad corresponde solo a la eliminación de hojas secas y no requiere permiso de la autoridad ambiental.

A continuación, se describen los principales tipos de podas contemplados en el aplicativo:

Poda de aclareo: consiste en la eliminación selectiva de algunas ramas para permitir la entrada de luz y la circulación del aire a través de la copa, y además de reducir su peso. El objetivo es prevenir y reducir los daños mecánicos producidos por el viento y la incidencia de plagas y enfermedades, y mejorar la estructura del árbol. Esta poda no debe sobrepasar el 30% del volumen del follaje.

Poda de estabilidad o compensación: se recomienda con el fin de balancear o equilibrar la copa, lo que disminuye los riesgos de caída o volcamiento. La descompensación se puede presentar por la existencia de infraestructura o límites físicos que permiten el ingreso de luz, solo por un lado, y también cuando se realizan cortes de ramas que interfieren con las redes aéreas de servicios públicos.

Poda de corrección: consiste en seleccionar o favorecer el desarrollo de un solo tallo principal, distribuir las ramas laterales a lo largo del tronco de manera equilibrada, corregir deformaciones y eliminar ramas mal dirigidas o la proliferación de tallos. Su objetivo es desarrollar árboles estructuralmente fuertes, con una forma balanceada, funcional y armónica.

Poda de formación: su función es corregir deformaciones y ramas mal dirigidas, guiar el crecimiento del tronco principal, recuperar la dominancia de la yema apical y estimular el crecimiento de rebrotes, en caso de requerirse.

Poda de mantenimiento: consiste en la eliminación de ramas secas, deterioradas, enfermas, suprimidas o muertas, y de chupones o rebrotes. Tiene el objetivo de mejorar la salud y apariencia del árbol, al igual que disminuir los riesgos para personas y bienes.

Poda de realce: consiste en remover las ramas bajas o inferiores del árbol para mejorar la circulación alrededor del mismo, favorecer la visibilidad al tráfico vehicular y estimular su desarrollo apical. También permite el paso de luz al suelo para facilitar el establecimiento de plantas ornamentales o de cobertura.

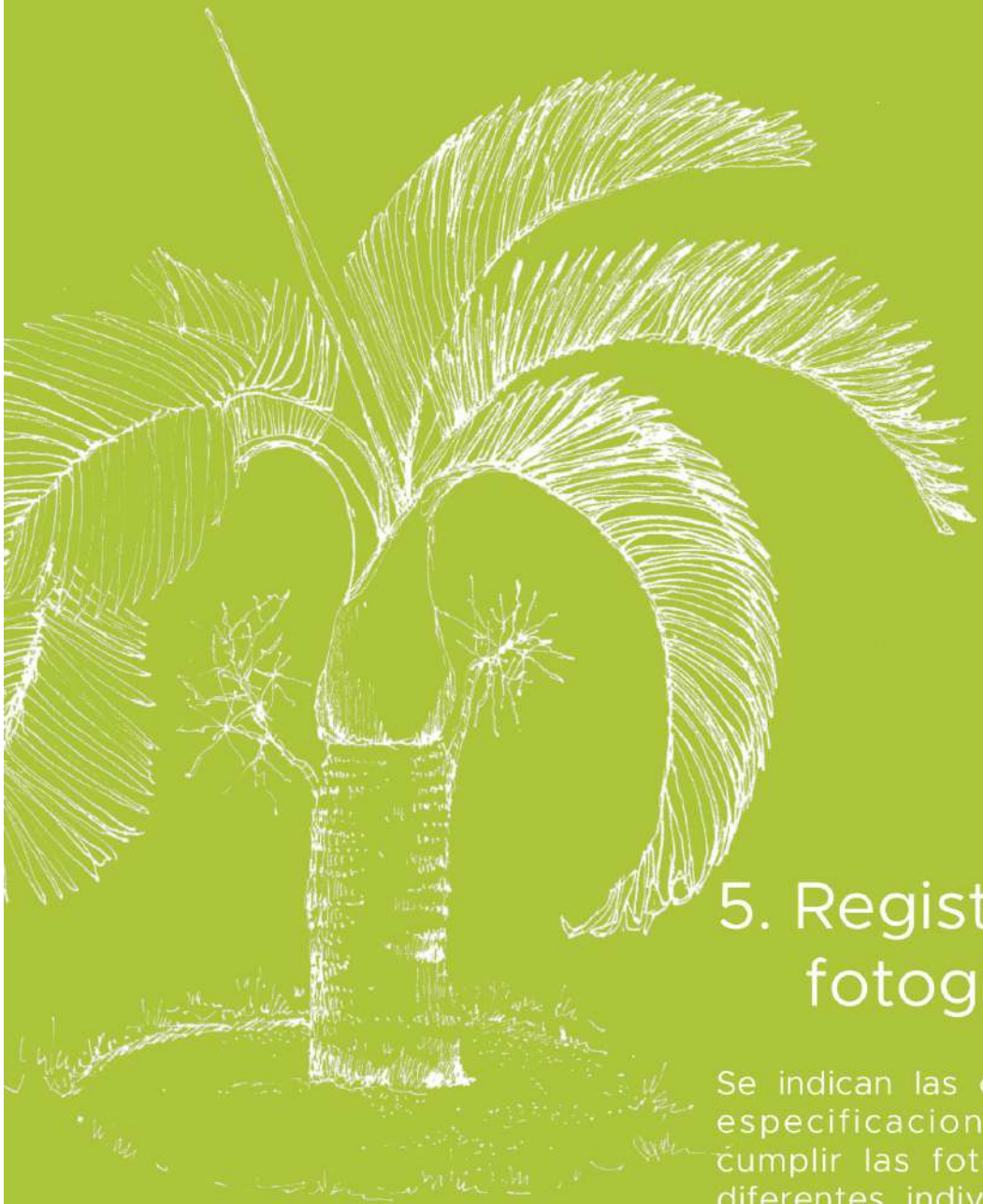
Poda de reducción de altura: consiste en disminuir el tamaño o altura del árbol, generalmente por razones de seguridad, dado que sus ramas están cercanas o en contacto con líneas de energía o construcciones y representan un riesgo.

4.10. Tabla resumen variables SAU

A continuación, se presenta la tabla resumen de las variables de ingreso obligatorio en el aplicativo, según la intervención que se le haya realizado a cada individuo, las cuales se indican con una X. Puede remitirse al numeral de esta guía si existe alguna inquietud en la medición de la variable:

Tabla 1. Lista de variables de ingreso obligatorio.

VARIABLE	NUMERAL	TIPO DE INTERVENCIÓN							
		Limpieza	Siembra	Inventario inicial	Trasplante	Talas	Podas	Monitoreo de variables de crecimiento	Retiro de Árbol Volcado
Especie	2.2		X	X					X
Nombre común	2.3		X	X					X
Procedencia	2.4		X	X					X
Ubicación	2.7		X	X	X				X
Altura total (Ht)	3.1.1 y 3.2.1		X	X	X			X	X
Altura a la base de la copa (Hc)	3.1.2 y 3.2.3		X	X	X			X	X
Diámetro Normal (DN o DAP)	3.1.3		X	X	X			X	X
Tipo de intervención	4.1	X	X	X	X	X	X	X	X
Intervenciones secundarias	4.3	X					X		
Estado del árbol	4.4	X	X	X	X	X	X	X	X
Riesgo	4.5	X		X		X	X	X	
Agente de daño mecánico	4.6	X	X	X	X	X	X	X	
Síntomas de daño mecánico	4.7	X	X	X	X	X	X	X	
Recomendaciones	4.9	X	X	X	X	X	X	X	X
Fotograaà	5.	X	X	X	X	X	X	X	X
Árbol en parcela	7.4	X	X	X				X	



5. Registro fotográfico

Se indican las características y especificaciones que deben cumplir las fotografías de los diferentes individuos arbóreos, para ser ingresados al SAU.

Registro Fotografico

Cada intervención debe estar acompañada de la fotografía del respectivo individuo y las imágenes debe cumplir con las siguientes condiciones, de lo contrario no serán aceptadas:

- Garantizar que la fotografía se encuentre bien enfocada, de lo contrario, repetir hasta lograrlo. El individuo de interés se debe ver completamente en la fotografía.
- Las fotos deben tener una resolución a partir de 8 MB, y en formato JPG o PNG, que permita realizar acercamiento para verificar la especie, así mismo se debe verificar que la imagen este en posición vertical.
- Se puede cargar más de una foto cuando el individuo es muy alto o se presenten dificultades para fotografiarlo.
- Se debe evitar tomar la foto a contra luz.
- Se recomienda colocar una vara (mínimo de 1 metro de altura) al lado del tallo principal, para resaltar el individuo que se quiere fotografiar, al mismo tiempo servirá de escala. En cumplimiento de lo anterior, también es posible colocar una marca digital en la fotografía.



6. Inventario arbóreo en suelo urbano

6. Inventario arbóreo en suelo urbano

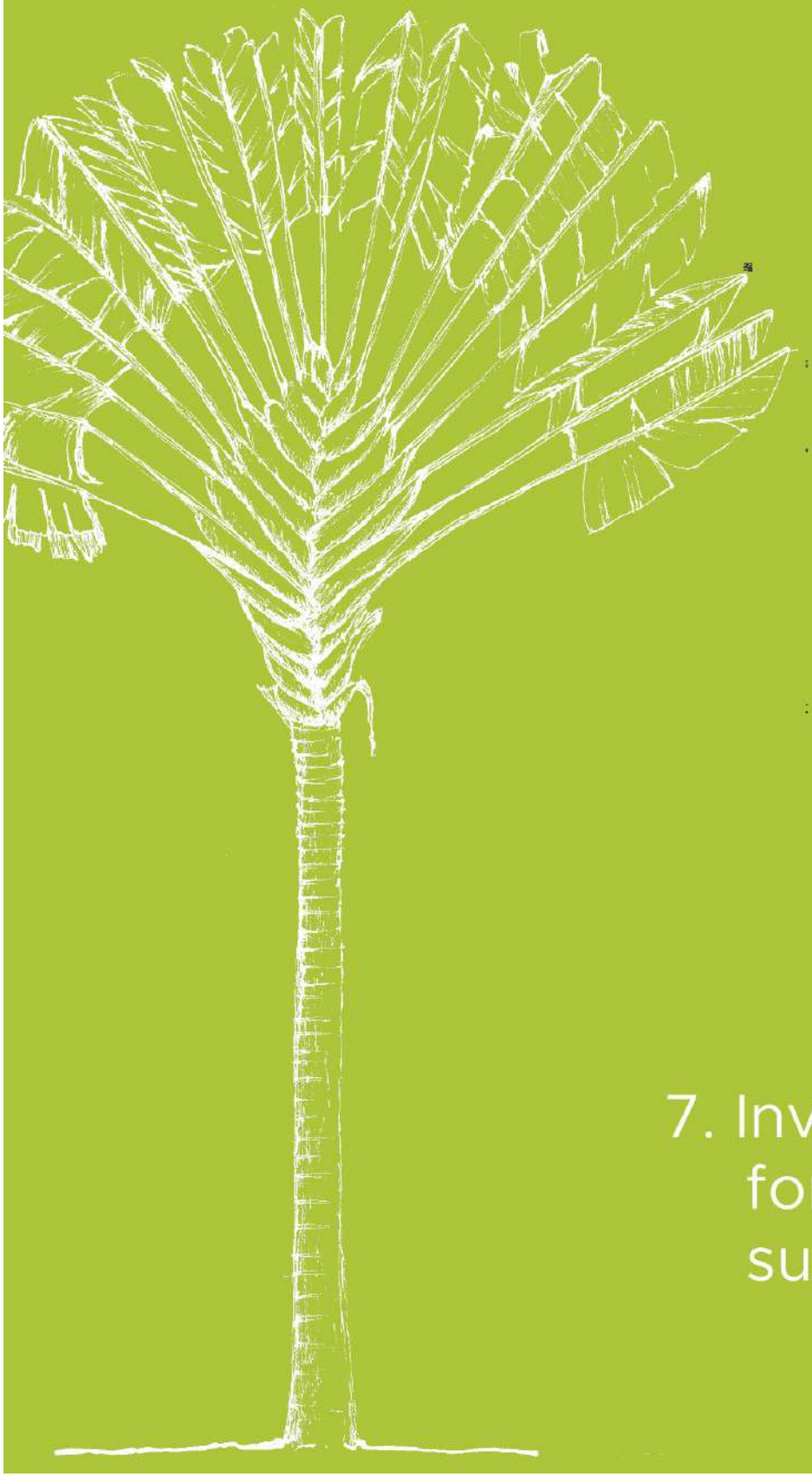
Soportado en el artículo sexto del Acuerdo 41 de 2015 del Concejo de Medellín, el cual establece lo siguiente: "Inventario forestal. Se deberá gestionar la actualización periódica del inventario forestal en la zona urbana y se procurará su implementación en lo rural, para determinar de acuerdo a este, donde se debe fortalecer la siembra de árboles y plantas de acuerdo a las necesidades para mantener los corredores biológicos de avifauna y así establecer un conector ecológico a lo largo de toda la ciudad."

La caracterización de las masas boscosas rurales y la identificación plena del arbolado urbano se constituyen en una prioridad para cualquier entidad territorial, ya que esta permite el reconocimiento del estado de conservación de sus recursos forestales y los servicios ecosistémicos asociados, convirtiéndose los inventarios forestales y los monitoreos en una herramienta para su gestión. Por ello, la Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Especial de Medellín, consecuente con su misión, genera las siguientes consideraciones y especificaciones que hacen parte del documento técnico de soporte y serán de obligatorio cumplimiento a través de la reglamentación del Acuerdo 41 de 2015 y otros acuerdos que lo complementan para los inventarios forestales.

Para considerar la actualización periódica del inventario arbóreo, se plantea que el inventario se realice al 100% de los espacios verdes urbanos priorizando principalmente los espacios públicos. De manera particular, los espacios verdes en cerros tutelares urbanos con declaratoria de protección y otros ecosistemas estratégicos urbanos se les aplicará la misma metodología que en áreas con coberturas naturales.

Para los inventarios se sugiere se contemplen todas las variables del aplicativo Sistema de Árbol Urbano (SAU) y seguir las especificaciones técnicas establecidas en la Guía para la medición e ingreso de la información, el cual es una plataforma desarrollada por la Administración Distrital desde el año 2010 y actualmente de propiedad compartida con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, que permite ubicar los árboles del Distrito Especial de Medellín, e igualmente actualizar todas las intervenciones que se efectúen sobre dicho arbolado.

A través del SAU, también será posible valorar los servicios ambientales que brinda el componente arbóreo registrado en el aplicativo, realizando mediciones de variables adicionales, lo cual permitirá a futuro valorar su aporte al ecosistema urbano y tomar decisiones acertadas.



7. Inventarios forestales en suelo rural

7. Inventarios forestales en suelo rural

Dado que el Distrito Especial de Medellín, posee una significativa extensión de territorio rural y considerando las particularidades propias de cada cobertura, se plantea que los inventarios forestales se realicen a través del establecimiento de parcelas, con las cuales se puede realizar análisis tales como: especies presentes, densidad de la masa boscosa, estado de conservación o de restauración, entre otros, lo cual permitirá tomar decisiones en función de su fortalecimiento de manera que los ecosistemas favorezcan la conservación de la biodiversidad regional.

Para la zona urbana con coberturas naturales, se aplicará la misma metodología que en áreas rurales, como es el caso de los cerros tutelares y áreas de interés estratégico, entre otros. Este inventario también debe ingresarse en el aplicativo SAU, siguiendo las especificaciones para ello.

Considerando que, desde la Secretaría de Medio Ambiente de Medellín, ya se viene realizando el establecimiento de parcelas, se propone que se aplique la misma metodología que se usa, de manera que ésta se estandarice, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones al respecto.

7.1. Diseño e intensidad de muestreo (Número de parcelas)

De acuerdo al tipo de proyecto, cobertura que se vaya a muestrear y los análisis que se desean realizar, se debe contar con la aprobación de la interventoría o coordinación de los contratos por parte de la Secretaría de Medio Ambiente, para establecer el tipo de diseño a emplear, esto con el fin de definir los tipos, cantidad y localización de las parcelas a realizar. El tamaño y número total de parcelas a implementar deberá ser un porcentaje representativo del área total del proyecto o las necesarias para alcanzar un error de muestreo igual o inferior al 15% con una confiabilidad del 95%.

7.2. Forma y tipo de parcelas

Una vez establecida la cantidad de parcelas a implementar, se debe definir la forma de las mismas, las cuales deben tener un carácter de "permanentes", con el fin de hacer seguimientos o monitoreos en el tiempo. Es importante tener en cuenta que la forma puede estar en función de la pendiente del terreno y el tipo de cobertura a ser muestreada (En terrenos planos y poco densos, las parcelas circulares son fáciles de establecer, en tanto para terrenos muy pendientes y densos,

las parcelas rectangulares pueden ser más agiles de implementar). A continuación, se presentan algunos de los tipos de parcelas utilizadas en los proyectos del Distrito. (Ver tabla 2.)

Tabla 2. Ejemplo de tamaños y tipos de parcelas según diferentes proyectos o metodologías

Tipo de proyecto	Forma de las parcelas	Área de cada parcela
Proyectos con procesos de restauración asistida. (Inventarios arbóreos. acordes a Metodología del Inventario Forestal Nacional)	Circulares de 15 metros de radio	707 m^2
Proyectos para las áreas naturales bajo conservación y/o restauración. (Inventarios arbóreos. acordes a Metodología del Inventario Forestal Nacional)	Circulares de 5 metros de radio	78,5 m^2
Proyectos de restauración ecológica y monitoreo. (Inventarios arbóreos. Metodología utilizada por el AMVA)	Circulares de 8,92 metros de radio	250 m^2
Proyectos o estudios generales de biodiversidad (Inventarios que incluyen todos los hábitos de crecimiento vegetal, herbáceas terrestres, epifitas, arbustos, arboles, palmas, Etc. Metodología Tipo RAP´s)	Rectangulares de 4 x 50 m	200 m^2

7.3. Ubicación de las parcelas

La ubicación de las parcelas, debe estar acorde a los objetivos de cada proyecto y contar con la debida aprobación de la interventoría o coordinación de cada contrato. Por ejemplo, una parcela en cada tipo de cobertura o en el caso de muestreos aleatorios, previo a ubicar los puntos aleatorios para el establecimiento de las diferentes parcelas se deberá contar con un mapa que muestre la ubicación de las coberturas de interés que se desea muestrear, las cuales se deben clasificar de acuerdo a Corine Land Cover,.

La selección de los puntos aleatorios se hará mediante el uso de un software cartográfico. Una vez en campo, y con ayuda de un receptor GPS se ubicarán dichos puntos y se establecerán las parcelas requeridas; en caso de presentarse inconvenientes para llegar al punto de parcela definido aleatoriamente, como fuertes pendientes, problemas de seguridad, o cambios recientes de la cobertura definida, se deberá buscar alrededor un punto para establecer las parcelas, lo más cercano posible al punto definido de manera aleatoria.

7.4. Identificación de parcelas

Cada parcela se debe identificar con un número o código asignado por los profesionales o administradores del SAU. En general se recomienda que la codificación de las parcelas en la base de datos geográfica tenga un código único, para ello, se debe concatenar el número del contrato con el número de la parcela. Para los proyectos en los cuales la unidad geográfica es la reforestación en lotes públicos (Ej.: cobertura boscosa), este se compone del tipo de sistema forestal: plantación mixta (PM), enriquecimiento forestal (EF), sistema silvopastoril (SSP) y plantación comercial (PC)) seguido del número de la parcela; por ejemplo, PM01 corresponde a la parcela de plantación mixta número 1.

Adicionalmente, se deben tomar las coordenadas en campo mediante el uso de GPS de precisión submétrica para la georreferenciación de dicha parcela. Se recomienda que estas se registren en coordenadas geográficas WGS 84, para evitar confusiones con los diferentes sistemas.

7.5. Datos generales de la parcela

Con el fin de recopilar toda la información que permita identificar cada una de las parcelas de los diferentes proyectos, se debe tomar la siguiente información:

Fecha: se registrará la fecha de establecimiento, monitoreo y de la medición de la parcela con el formato dd/mm/aaaa.

Equipo de trabajo: nombres de los integrantes del equipo de trabajo que realizó las mediciones en campo. Si aplica, indicar el número del contrato.

Corregimiento o comuna: nombre de corregimiento o comuna en el que se encuentra la parcela.

Vereda o barrio: nombre de la vereda o barrio en la que se encuentra la parcela.

Predio: nombre del predio o código catastral (CBML) Esta es la clave principal del predio en el Sistema de Información Geográfico Catastral.

Se refiere al código de ubicación del predio. Está compuesto por comuna o corregimiento, barrio o vereda, manzana y número de lote dentro de la manzana.

Número de la parcela: número correspondiente a la parcela establecida. Bajo supervisión de la coordinación de cada proyecto o interventoría respectiva

Tipo de arreglo: ejemplo, plantaciones mixtas.

Coordenadas: se georreferenciará el centro de la parcela mediante un *waypoint,* se guardará en el GPS con la letra P en mayúscula seguido del tipo de arreglo (C: plantación comercial; S: sistema silvopastoril; M: plantaciones mixtas) y número de identificación de la parcela y se registrarán en el formulario de campo. Se recomienda que estas se registren en coordenadas geográficas WGS 84, para evitar confusiones con los diferentes sistemas.

Ruta de Acceso: se georreferenciará el acceso de la parcela mediante un *track,* desde la vía principal hasta el centro de la parcela. Se guardará el *track* en el GPS con la letra T en mayúscula seguido del tipo de arreglo (C: plantación comercial; S: Sistema silvopastoril; M: Plantaciones mixtas) y número de identificación de la parcela y se anotará en el formulario. Así, por ejemplo, la vía de acceso a la parcela PM01 de plantaciones mixtas se guardará como TPM01. Esta información se entregará a la Secretaría como *Feature Class* dentro de la GDB, donde se incluirá para cada *track* el número de la parcela.

Altitud (m.s.n.m.): se medirá con un altímetro o GPS debidamente calibrado, y tomado en metros.

Pendiente del terreno (%): se medirá con clinómetro en el sentido de la máxima pendiente en porcentaje.

Foto: fotografía en la que se observe toda la parcela o la mayor parte de los individuos, y la marcación de los individuos.

Regeneración: determina la presencia de regeneración natural en el predio.

1: Sin presencia de regeneración.

2: Presencia media de regeneración.

3: Dominado por regeneración.

Cobertura vegetal: registrar la cobertura vegetal predominante. Utilizar los niveles de la metodología de clasificación de coberturas Corine Land Cover adaptada para Colombia, mínimo hasta el nivel III y en los casos donde sea posible, asignar nivel IV.

Registro fotográfico: con el fin de ilustrar las particularidades de cada sitio y evidenciar los trabajos realizados, se debe tomar una fotografía panorámica de la parcela donde se incluyan la mayor cantidad de

árboles posible. Cuando se realice mantenimiento de los árboles se tomarán fotografías panorámicas del antes y después de cada actividad, para hacer el respectivo seguimiento.

7.6. Identificación del árbol individual

Al interior de cada parcela, se deberán identificar todos los árboles y la información será escrita en el respectivo formulario de campo. En el caso de árboles recién sembrados, dentro de la parcela se ingresan los que se encuentren vivos y los resultantes de rebrotes, No se tomarán en cuenta los individuos muertos, caídos o resultantes de regeneración natural.

Nota: si se trata de un proyecto de "restauración ecológica" es pertinente hacer el mantenimiento e ingresar los individuos de especies arbóreas nativas que resultan de la regeneración natural; por una parte, porque se disminuye el porcentaje de mortalidad natural y además son el objetivo de dicha restauración.

Cada árbol se marcará con una plaqueta o etiqueta, donde se pondrá la identificación única para cada individuo, esta se compone del código de cada parcela, seguido del número del individuo. Dicha codificación igualmente debe contar con el aval de los administradores del SAU o los respectivos coordinadores del contrato.

7.7. Toma de datos en campo

En cada una de las parcelas y para cada individuo se tomará la información que se indica a continuación, la cual será consignada en un formulario de campo que además tendrá información de datos generales y ubicación de la parcela.

Especie: se anotará nombre común, nombre científico, familia y el grupo ecológico al que pertenece.

Variables dasométricas: se debe realizar la medición de las siguientes variables: diámetro normal (DAP o CAP), altura total (Ht), altura de copa (Hc), teniendo presente las especificaciones y consideraciones presentadas en el primer módulo de esta guía.

Diámetro a la base del cuello (DBC): Si los objetivos del proyecto o contrato lo requieren, se debe tomar adicionalmente el diámetro con un calibrador digital o pie de rey, a una altura de 10 cm del suelo (Ver figura 38). El sitio a la altura de 10 cm se debe demarcar con pintura asfáltica amarilla o cinta pegante elástica de color amarillo. Esta variable se tomará para los individuos pequeños que no alcancen la altura para la medición del DN o DAP.

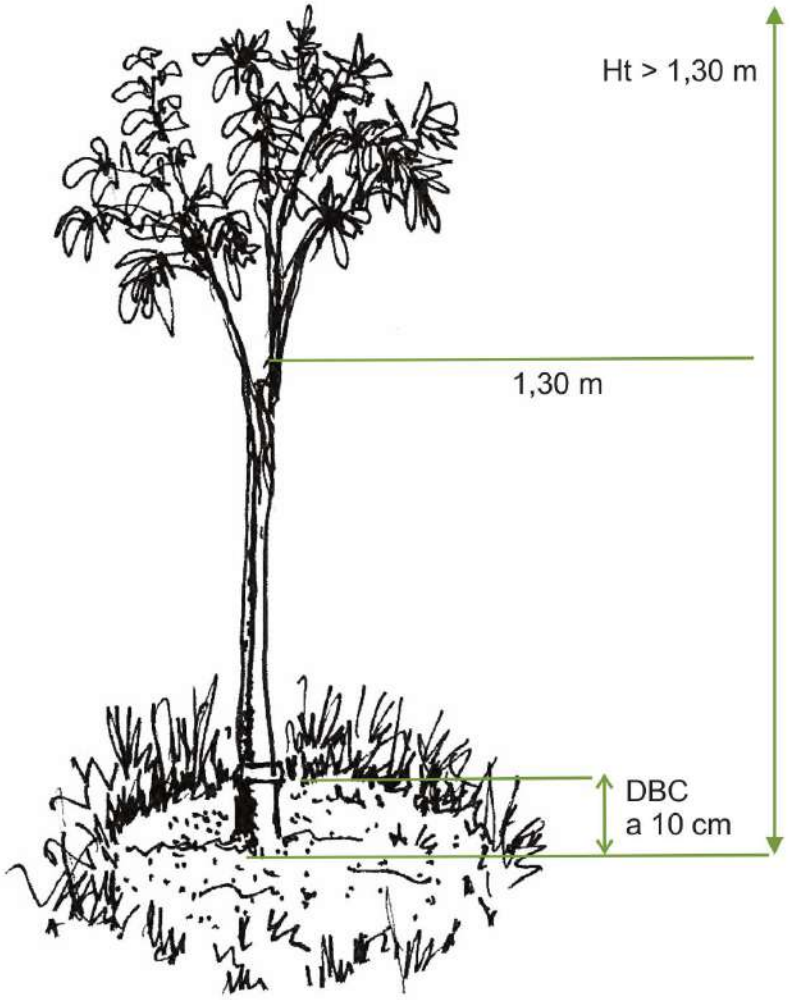


Figura 38. Marcación del diámetro a la base del cuello (DBC)

7.8. Variables a ser calculadas

Con los datos que serán registrados dentro de las parcelas permanentes establecidas, es posible calcular y realizar múltiples análisis a nivel ecológico y con mediciones repetidas en el tiempo, analizar las dinámicas de crecimiento y recambio de la vegetación. A continuación, se proponen algunos análisis básicos que pueden ayudar a caracterizar la vegetación inicialmente, las ecuaciones y las variables a calcular fueron tomadas del libro "Protocolo para la revisión y evaluación de planes de manejo forestal", realizado por diversas Corporaciones Autónomas Regionales de Colombia.

Mortalidad general: es el número de individuos muertos en un periodo de tiempo t, calculado para todo el proyecto o área de siembra, y se calcula de la siguiente manera:

Mortalidad
(m)

$$m = ((N_1 - N_2)/N_1)/t$$

$$m(\%) = ((N_1 - N_2)/N_1) * 100$$

N_1 : Tamaño de la población inicial en t_1
N_2 : Tamaño de la población inicial en t_2
t: Tiempo transcurrido entre t_1 y t_2

Mortalidad por especie: se aplica el mismo concepto, pero se calcula para cada una de las especies, expresada en porcentaje, dado que es una información muy relevante para futuras siembras.

Densidad: se refiere al número de árboles por unidad de muestreo. La densidad de la plantación incide directamente en el crecimiento del individuo, pues cada especie requiere un área óptima para obtener recursos como luz, nutrientes y agua. Se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

Composición florística: mediante la identificación de los individuos muestreados hasta el nivel taxonómico más detallado que sea posible, definir el número de especies vegetales presentes, al igual que las familias botánicas a las cuales pertenecen, lo cual es información básica que permite conocer las especies y como se distribuyen en la zona de estudio, igualmente, es posible identificar si se presentan especies con alguna categoría de amenaza las cuales deben ser protegidas dentro del territorio.

Estructura Horizontal:

Una de las formas más comunes o frecuentes de describir y caracterizar la estructura horizontal de los bosques y demás coberturas vegetales, es por medio del Índice de Valor de Importancia, que agrupa porcentualmente las variables de abundancia, frecuencia y dominancia y la distribución diamétrica, que se describen a continuación:

Árboles por hectárea
(n)

$$n = (10000 * \bar{n})/p \qquad (3)$$

$\bar{n}$: Número de árboles por parcela.
P: Tamaño de la parxcela (m^2)

- **Índice de valor de importancia (IVI):** permite comparar la importancia de las especies vegetales dentro de la comunidad, considerando variables de abundancia, frecuencia y dominancia y, así mismo, permite estimar la importancia ecológica de las especies vegetales y comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque.

$$IVI = Ar\ (\%) + Fr\ (\%) + Dr\ (\%)$$

La abundancia es el número de individuos de cada especie presentes en las unidades de muestreo. La abundancia relativa (Ar) es el porcentaje de cada especie con relación al número total de individuos de todas las especies encontradas en la muestra.

La frecuencia se refiere a la cantidad de unidades de muestreo en las cuales se presenta una especie. La frecuencia relativa (Fr) expresa la relación en porcentaje de la presencia de una especie, con respecto a la sumatoria de las frecuencias de todas las especies.

La dominancia es la sumatoria de las áreas basales de todos los individuos de una especie hallada en las unidades de muestreo. La dominancia relativa (Dr) es la participación porcentual de cada especie, con respecto a la sumatoria de la ocupación de todas las especies.

Para el cálculo de la dominancia es necesario calcular el área basal de cada individuo, la cual es el área transversal del tronco a 1,30 m de altura, en caso de presentarse dos o más fustes, el área basal será la sumatoria de las respectivas áreas transversales de todos los tallos medidos a dicha altura.

- **Distribución diamétrica:** es una relación entre los diámetros y su frecuencia respectiva en un bosque o rodal, que se usa para dar un grado de claridad sobre el estado del bosque. Para construir las distribuciones diamétricas se deben agrupar los individuos muestreados según su DAP en centímetros, estableciendo clases con una amplitud determinada, para posteriormente graficarlas mediante diagramas de barras los cuales facilitan su interpretación.

Estructura Vertical:

Hace referencia a la distribución altimétrica, que es una relación entre las alturas y su frecuencia respectiva en un bosque o rodal, el cual, se refiere al crecimiento vertical de los árboles desde la superficie del suelo como respuesta a requerimientos lumínicos. A partir de los datos de altura total tomados en campo, se deben agrupar los individuos censados según su altura

en metros, estableciendo clases con una amplitud determinada, esto con el fin de facilitar el análisis y la visualización de las mismas.

Índices de diversidad:

- **Índice de Margalef:** este índice transforma el número de especies por muestra a una proporción en la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Margalef, es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

$$D_{mg} = \frac{S - 1}{ln\ ln\ N}$$

S es el número de especies

N es el número total de individuos

- **Índice de Shannon_Wiener:** es uno de los índices más simples y de uso más común, mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo dado, elegido al azar dentro de la comunidad. El índice mide la heterogeneidad de la comunidad, donde un valor máximo señalará una situación donde todas las especies son igualmente abundantes. Se calcula de la siguiente forma:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_{ilnln\ p_i}$$

Donde, S es el número total de especies, pi es la proporción de individuos encontrada en la enésima especie y se estima:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde, *ni* es el número de individuos de la enésima especie y N es el número total de individuos en la muestra.



Bibliografía

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ & UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. 2015. Guía para el manejo del arbolado urbano en el Valle de Aburrá. Medellín. 347 p.

BOLFOR, PROMABOSQUE 1999. Guía para la instalación y evaluación de parcelas permanentes de muestreos (PPMs). Editorial El País. Bolivia.52 p.

CONDIT, R. 1998. Tropical forest census plots: Methods and results from BCI, Panamá and a comparison with other plots. Springer, Berlín. 211 p.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. 2005. Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia. Bogotá D.C., Colombia. 310 p. (Serie: Métodos para estudios ecológicos a largo plazo; No. 1).

JARDÍN BOTANICO JOSÉ CELESTINO MUTIS & DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE). 2005. Manual del censista y auxiliar censo del árbol Bogotá D.C. 85 p.

LEMA TAPIAS A.J. 2002, "Elementos estadísticos de dasometría y medición forestal" En: Colombia. ed: Editorial Silvano ISBN: 9583348902 v. 372 p.

MUNICIPIO DE MEDELLÍN 2014. Plan de ordenamiento territorial, Acuerdo 48 de 2014. Por medio del cual se adopta la revisión y ajuste de largo plazo del plan de ordenamiento territorial del Municipio de Medellín y se dictan otras disposiciones complementarias.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO) 2004. Inventario forestal nacional. Manual de campo. Guatemala. 88 p.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE DE MEDELLÍN 2015. Manual de silvicultura urbana para Medellín-Gestión, planeación y manejo de la infraestructura verde. Fondo editorial Jardín Botánico de Medellín. 395 p.

Lista de figuras

Figura 1. Principales formas de crecimiento arbóreo 17
Figura 2. Grupos adicionales con crecimiento arbóreo 18
Figura 3. Aspecto general de un bambusal y un guadual 19
Figura 4. Lista desplegable en el aplicativo contiene los nombres de las especies que se han identificado en la ciudad 20
Figura 5. Altura total (Ht) en árbol vertical sobre terreno plano 25
Figura 6. Altura total (Ht) en árbol inclinado sobre terreno plano e inclinado 26
Figura 7. Altura de copa (Hc) en árboles 28
Figura 8. Diámetro Normal (DN), caso típico 29
Figura 9. Diámetro Normal en terreno inclinado 30
Figura 10. Diámetro Normal en árbol inclinado 31
Figura 11. Diámetro Normal en árbol con bambas 32
Figura 12. Diámetro Normal en presencia de irregularidades a 1,3 m 34
Figura 13. Diámetro Normal en individuo con más de un tallo o fuste a una altura menor de 1,3 m 34
Figura 14. Árbol con más de un tallo o fuste exactamente a los 1,3 m 35
Figura 15. Diámetro Normal en fuste decumbente 36
Figura 16. Árboles sin tallo definido a 1,3 m 37
Figura 17. Medición del diámetro de copa en árboles 38
Figura 18. Mediciones en un arbusto ramificado desde la base 40
Figura 19. Mediciones en un arbusto con tronco principal definido 40
Figura 20. Palma solitaria con pseudoestipe 41
Figura 21. Palma solitaria de hojas pinnadas sin pseudoestipe 42
Figura 22. Palma solitaria de hojas flabeladas sin pseudoestipe 42
Figura 23. Palma cespitosa con pseudoestipe 43

Figura 24. Palma cespitosa sin pseudoestipe 44
Figura 25. Diámetro de copa en palmas cespitosas 44
Figura 26. Palma decumbente 45
Figura 27. Palma acaule 46
Figura 28. Palmas con zancos 47
Figura 29. Palma con estipe inferior a 1,3 m 48
Figura 30. Medición de palmas con espinas (Detalle) 49
Figura 31. Diámetro Normal en una palma con espinas 49
Figura 32. Helecho arbóreo con pseudotallo solitario 50
Figura 33. Medición de bambúes 51
Figura 34. Medición de guaduales 52
Figura 35. Medición de una Dracena *(Dracaena* sp.) 53
Figura 36. Medición de una Palma Yuca (*Yucca* sp.) 54
Figura 37. Medición de una Palma (*Ravenala madagascariensis*) 54
Figura 38. Marcación del diámetro a la base del cuello (DBC) 78

Lista de tablas

Tabla 1. Lista de variables que son de ingreso obligatorio según la intervención que se le haya realizado al individuo. 65

Tabla 2. Ejemplo de tamaños y tipos de parcelas según diferentes proyectos 72

Cítese como:

Cortés Restrepo, M. M., Molina Saldarriaga, D. C., Pérez Cardona, J. L., Rincón Henao, H. D., & Solano Guerrero, L., Alcaldía de Medellín, Secretaría de Medio Ambiente. (2024). GUÍA MEDICIÓN Y REGISTRO Sistema de Árbol Urbano SAU. Edición digital 1. Medellín: Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín. 87 páginas.

Medición y registro

Sistema de Árbol Urbano

Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín
Centro Administrativo Distrital, calle 44 52-165
Linea única de atención a la ciudadanía: 444 41 44
www.medellin.gov.co
Medellín, Colombia

Alcaldía de Medellín
Distrito de
Ciencia, Tecnología e Innovación