



Manual

# DryFlor

## Protocolo para el establecimiento y monitoreo de parcelas de bosque seco

*Peter Moonlight, Karina Banda-R, Oliver L. Phillips, Kyle G. Dexter, R. Toby Pennington, Tim R. Baker, Haroldo Cavalcante de Lima, Laurie Fajardo, Roy González-M., Reynaldo Linares-Palomino, Jon Lloyd, Marcelo Nascimento, Darién Prado, Catalina Quintana, Ricarda Riina, Gina M. Rodríguez M., Dora Maria Villela, Ana Carla M. M. Aquino, Luzmila Arroyo, Sidney Bezerra, Alexandre Tadeu Brunello, Roel Brienen, Domingos Cardoso, Kuo-Jung Chao, Italo Antonio Cotta Coutinho, John Cunha, Tomas Domingues, Mário Marcos do Espirito Santo, Ted R. Feldpausch, Moabe Ferreira Fernandes, Zoë A. Goodwin, Eliana María Jiménez, Aurora Levesley, Leonel Lopez-Toledo, Beatriz Marimon, Raquel C. Miatto, Marcelo Mizushima, Abel Monteagudo, Magna Soelma Beserra de Moura, Alejandro Murakami, Danilo Neves, Renata Nicora Chequín, Tony César de Sousa Oliveira, Edmar Almeida de Oliveira, Luciano Paganucci de Queiroz, Alan Pilon, Desirée Marques Ramos, Carlos Reynel, Priscyla M.S. Rodrigues, Rubens Santos, Tiina Särkinen, Valdemir Fernando da Silva, Rodolfo M.S. Souza, Rodolfo Vasquez, Elmar Veenendaal*



Primera edición, 2020

## **Introducción**

Los bosques secos, también conocidos como bosques tropicales estacionalmente secos (BTES), constituyen uno de los ecosistemas más importantes pero menos estudiados del planeta (DRYFLOR, 2016). Su estructura y fisionomía puede variar desde bosques con dosel cerrado con alturas entre 25 y 30 m, hasta matorrales más abiertos, bajos, espinosos y con cactáceas. Estos bosques se encuentran en áreas que reciben menos de 1600 mm de precipitación al año, con una estación seca bien marcada. A menudo, los bosques secos se encuentran en suelos fértiles, con dominancia de árboles caducifolios (Pennington et al., 2000).

La mayoría de los bosques secos están muy fragmentados y amenazados, pero en comparación con los bosques húmedos, su estudio y conservación se encuentran rezagados (DRYFLOR, 2016). Es más, a menudo los bosques secos se confunden con sabanas y otros tipos de bosques (Griffith et al., 2017, Torello-Raventos et al., 2013), lo que indica que se conoce relativamente poco acerca de su estructura, función, florística y dinámica. En el contexto del cambio climático, corregir este sesgo, resulta ser una prioridad, es probable que la mayoría de las regiones tropicales y boscosas se vuelvan más cálidas y secas (Corlett, 2016), por lo que entender los bosques secos, resulta ser clave para planificar y mitigar estos efectos (Pennington et al., 2018).

El manual DRYFLOR (Red florística de bosques tropicales estacionalmente secos) para el establecimiento y monitoreo de parcelas (denominado *Protocolo DRYFLOR*), orienta el monitoreo a largo plazo de elementos leñosos (árboles y lianas) en parcelas permanentes de bosques secos, a través de un protocolo estándar para el monitoreo de biomasa, cambios de composición y dinámica de la vegetación leñosa; con la idea de relacionar estas observaciones con la florística, las condiciones del suelo y el clima.

El *protocolo DRYFLOR* se ha desarrollado como parte del Proyecto NordEste financiado por el fondo NERC-Newton-FAPESP el cual estableció una red de parcelas de monitoreo permanente en toda la región del bosque seco de Caatinga (Prado & Gibbs, 1993; DRYFLOR, 2016; Queiroz et al., 2017) en el noreste de Brasil. El diseño de este protocolo corresponde a una versión modificada y ampliada del protocolo utilizado por RAINFOR (Red amazónica de inventarios forestales, Phillips et al., 2018), la cual es una red de parcelas establecidas en bosques húmedos con énfasis particular en la cuenca del Amazonas. Los datos recopilados mediante el Protocolo DRYFLOR permitirán la comparación con los datos RAINFOR existentes, facilitando las comparaciones entre múltiples biomas, las cuales pueden proporcionar información para comprender cómo se originaron los biomas y cómo estos responden al cambio global.

El *protocolo DRYFLOR* está diseñado para desarrollar estudios con distintos objetivos, entre ellos:

1. Cuantificar los cambios a largo plazo sobre: florística, estructura, biomasa, y recambio de especies.
2. Relacionar la florística, estructura, ecofisiología, biomasa y dinámica actuales con el clima local, las propiedades del suelo y la historia del uso de la tierra.
3. Comprender las relaciones entre florística, función del ecosistema, productividad, mortalidad y biomasa.
4. Usar las relaciones de (1) a (3) para comprender cómo los cambios en el clima pueden afectar la florística, la biomasa y la productividad de los bosques secos en su conjunto, y recrear modelos a escala del bioma sobre la dinámica del carbono.

5. Examinar la diversidad taxonómica, funcional y filogenética de los árboles en los bosques secos, y su relación con los suelos y el clima.
6. Facilitar las comparaciones de (1) a (5) entre bosques secos y otros biomas.

Un problema potencial en el análisis de datos de parcelas forestales de fuentes diferentes, es el uso de distintas metodologías en diversos sitios. Además, el impacto de cualquier cambio a lo largo del tiempo debe evaluarse antes de que los cambios temporales aparentes en la dinámica puedan considerarse consistentes. Es por esto que la estandarización de las mediciones y datos entre estudios, biomas y continentes facilitados por este protocolo, permitirá a los investigadores abordar preguntas desde las ciencias biológicas, sociales y aplicadas, más allá de los puntos 1 a 6, descritos anteriormente, y más allá de los alcances de la red DRYFLOR. Uno de los propósitos del *Protocolo DRYFLOR* es promover la discusión de preguntas metodológicas y la estandarización de los protocolos de inventario forestal para bosques secos. Para lograrlo, este documento establece los procedimientos para el establecimiento y remediación de parcelas, basado en gran medida en el protocolo RAINFOR (Malhi et al., 2002; Phillips et al., 2018) que se aplica con éxito en muchas parcelas de bosques húmedos tropicales en Suramérica, el cual se modificó y amplió para abordar los desafíos metodológicos intrínsecos al monitoreo de los bosques secos. Generar este protocolo ha sido un proceso continuo, desarrollado en tres proyectos otorgados por los Consejos de Investigación del Reino Unido (NERC y NERC-Newton) en asociación con fundaciones de investigación brasileñas (FAPESP y FAPERJ). La mayoría de los desafíos mencionados, se identificaron durante el trabajo de campo en Perú y el protocolo ya refinado se probó durante el trabajo de campo en la región de Caatinga, en el noreste de Brasil.

Adicional al aporte fundamental de RAINFOR, el *protocolo DRYFLOR* también incluye características de otros protocolos previamente utilizados en estudios de bosques secos y sabanas en Brasil. Si bien no hemos podido producir un protocolo que facilite la comparación directa con los datos de todos los protocolos alternativos (por ejemplo con aquellos que miden diámetros de tallo solo a nivel del suelo), nuestro protocolo es compatible con la mayoría de los protocolos de monitoreo forestal ampliamente utilizados.

El *protocolo DRYFLOR* define un conjunto mínimo de procedimientos, haciendo un balance entre los criterios detallados anteriormente y la necesidad de generar datos ecológicamente significativos y comparables. De igual forma, estudios con preguntas de investigación específicas podrán complementar este protocolo con mediciones adicionales opcionales, por lo que proporcionamos una serie de mediciones extras para facilitar estos casos. Esperamos que las futuras ediciones de este protocolo incluyan más medidas opcionales como por ejemplo, cuantificación de rasgos funcionales, biomasa y diversidad de hierbas, entre otras.

## **Establecimiento de la parcela**

### **A. Lugar**

La estrategia de DRYFLOR es establecer y mantener parcelas a través de los gradientes edáficos y climáticos existentes en las principales regiones de bosques tropicales estacionalmente secos en Latinoamérica (*sensu* DRYFLOR, 2016). Las redes de parcelas locales deben tener como objetivo cubrir un rango climático y de estratos geomorfológicos. Cada parcela nueva debe ser instalada al azar dentro de los estratos geomorfológicos locales que satisfagan ciertos criterios logísticos. Cada parcela individual debe:

- localizarse sobre material parental y tipo de suelo razonablemente homogéneos, con una historia de uso de suelo homogénea;
- tener acceso adecuado;
- tener suficiente seguridad a largo plazo contra intervención humana, incluyendo pastoreo intensivo;
- tener suficiente apoyo institucional para la permanencia a largo plazo.

Sin embargo, en la mayoría de sitios donde se estudia el bosque seco, no existen mapas de hábitat, por lo que resulta imposible plantear un muestreo estratificado completo a grandes escalas. De igual forma, puede ser difícil identificar los estratos geomorfológicos a escalas locales dado que usualmente no existen mapas de suelos precisos. Las imágenes satelitales pueden ayudar a identificar el rango de tipos de vegetación que se pueden encontrar en un área, pero problemas con la resolución de la imagen, la falta de verificación de campo, e imágenes tomadas durante diferentes épocas del año, aún limitan la habilidad de predecir precisamente la distribución exacta de los tipos de vegetación y de las formaciones florísticas. Esto es particularmente cierto para los bosques secos, ya que en diferentes épocas del año puede ser difícil distinguir entre un bosque húmedo o un bosque de suelo casi desnudo. Se recomienda obtener información de comunidades locales y de los administradores de reservas naturales y botánicos que conocen la zona. Es importante también tener en cuenta las restricciones logísticas, por ejemplo, puede ser poco práctico instalar una parcela a más de una hora del campamento, y puede ser difícil instalar parcelas grandes en una matriz de bosque altamente fragmentada.

Si se van a instalar varias parcelas, se recomienda que éstas cubran la variación topográfica del paisaje, incluyendo aspectos de la pendiente y altitudes de colinas (superior, medio e inferior), mientras que las parcelas individuales deben ser lo más homogéneas como sea posible.

### **B. Posición**

- C. Al interior de cada sitio de estudio, las parcelas deben instalarse al azar para evitar el sesgo (por ejemplo, el sesgo del “bosque majestuoso”, Phillips, 1996). Si hay disponibilidad de mapas, la posición de la parcela debe asignarse al azar antes de ir al campo. De no ser posible, se puede establecer la parcela en una zona de bosque en buen estado” o escoger un sitio con árboles “atractivos”. Si no existen mapas adecuados, la posición del punto de inicio de la parcela se puede decidir aleatoriamente localizandola en una dirección al azar y a una distancia al azar (por ejemplo, >20 m) y que no esté a la vista del punto de inicio original, el cual estaría potencialmente sesgado.
- D. Si es posible, las parcelas deben estar lejos (es decir >50 m) del borde del bosque o de otros disturbios como caminos. Sin embargo, muchos bosques

secos están reducidos a pequeños parches y por lo tanto esto no siempre es posible. En estos casos, se debe encontrar un balance razonable que asegure que la parcela esté lo más alejada posible de zonas de disturbios. Puede que sea necesario alterar la posición de la parcela para asegurar esto (ver abajo).

### **C. Tiempo**

Para minimizar errores causados por la variación en el contenido de agua del tronco entre mediciones sucesivas de parcelas, estas deberán ser medidas en intervalos a lo largo de todo el año y durante el momento del año en el cuál se de la menor variación interanual en la disponibilidad de agua del suelo. En los bosques secos, la mayoría de los árboles estarán sin hojas durante la temporada seca, haciendo casi imposible la tarea vital de coleccionar muestras de especímenes y de identificar las plantas. Debido a que en la temporada de lluvias puede haber problemas logísticos por las condiciones del tiempo, recomendamos la transición húmeda a seca como la que provee las mejores condiciones de trabajo. Para complementar el censo de la parcela, puede hacerse necesario re-visitar la parcela en una estación distinta para completar la colecta de ejemplares de herbario e identificar algunas especies.

### **D. Orientación**

Las direcciones N/S y E/O para los ejes principales de la parcela son el estándar general, pero las particularidades de cada sitio pueden hacer difícil seguir este paso. El rumbo del eje principal, la latitud, longitud y elevación del centro de la parcela deben ser registrados. Se debe apuntar si se usa el norte verdadero o magnético.

### **E. Forma**

Las parcelas cuadradas tienen una proporción borde:área menor que parcelas rectangulares, y por lo tanto tienen menos problemas al momento de decidir si se incluyen o no los árboles de los bordes. Sin embargo, las parcelas rectangulares pueden tener menor perturbación por trochas cortadas al interior de la misma, son menos susceptibles a cualquier sesgo de "bosque maduro", y su dinámica está menos perturbada por eventos de caída de árboles individuales.

Es importante mantener la homogeneidad dentro de la parcela, por lo que es importante considerar la forma de los parches de bosque, afloramientos rocosos, o áreas con suelos homogéneos. Por ejemplo, un parche de bosque largo y delgado puede requerir una parcela larga y delgada (ej., 20 × 500 m).

Sugerimos como estándar una parcela rectangular de media hectárea de 100 × 50 m y cualquier parcela más grande deberá ser cuadrada (100 × 100 m). Otras formas se deberán considerar sólo en circunstancias excepcionales.

### **F. Tamaño**

El tamaño estándar mínimo de una parcela en bosques secos debe ser de 0.5 ha, según estudios realizados en Costa Rica (Clark y Clark, 2000) se encontró que el coeficiente de variación del área basal incrementa rápidamente conforme se disminuye el tamaño de la parcela por debajo de 0.4 ha.. Media hectárea es así mismo un área más grande que la escala típica de eventos de caída de árboles y más grande que el tamaño de pixel en datos de imágenes satélite (Schepascheno et al., 2019), con un tamaño suficiente para trabajar en un número razonable de días y muestrear la diversidad

vegetal representativa. Se sugiere que 10 × 10 m es un tamaño adecuado de subparcela, dado que puede ser difícil ver en distancias más grandes en bosque secos densos. Al mismo tiempo, es más fácil medir e identificar todos los individuos con diámetro  $\geq 5$  cm si las subparcelas son más pequeñas. Las parcelas de 100 × 50 m son las más frecuentes en la red DRYFLOR.

Vale la pena anotar que la mayoría de redes de parcelas en bosques húmedos y sabanas sugieren parcelas de 1 ha (100 × 100 m). Estas parcelas son menos susceptibles a disturbios, efectos de árboles atípicos, y variabilidad estructural del bosque. Adicionalmente permiten una comparación más directa con otras parcelas de 1 ha. Si estos factores representan una preocupación particular, y la logística lo permite, se deberán considerar las parcelas de 1 ha.

### **G. Topografía**

Las parcelas nuevas dentro de la red DRYFLOR deberán instalarse para muestrear al menos 0.5 ha del plano horizontal (es decir, un rectángulo puesto horizontalmente sobre la parcela equivaldría a 0.5 ha). Esto se logra más fácilmente si se mantienen todas las cuerdas de manera horizontal (ver más abajo *Demarcando la parcela con cuerdas*), pero también es posible usar un telémetro láser para corregir la pendiente. Esto requiere cierta flexibilidad con los rumbos y distancias cuando se cierre el lado final de la parcela. Los bordes externos e internos de la parcela se miden en segmentos de 10 m, registrando la pendiente de cada segmento.

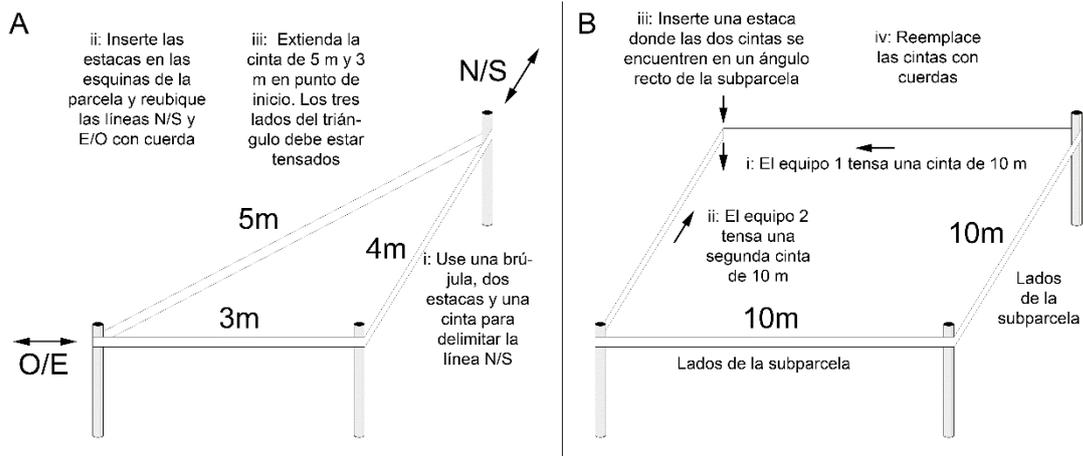
### **H. Visibilidad**

Debe ser posible reubicar las parcelas, pero toda marca permanente que se haya usado no debe llamar la atención. Estacas de metal o plástico se pueden instalar en cada una de las cuatro esquinas de la parcela, bien enterradas en el suelo y sobresaliendo unos 50 cm. Las estacas de metal son mejores dado que los bosques secos están ocasionalmente expuestos a eventos de fuego. Es conveniente poner estacas cada 10 m alrededor de los bordes de la parcela; esto es especialmente importante si existe la intención de re-medir la parcela a través de períodos largos para reducir errores de medida de reclutas de árboles asociados al borde. Esto es especialmente útil para censos subsecuentes y re-mediciones.

### **I. Demarcando la parcela con cuerdas**

La manera más precisa de delimitar una parcela es demarcar con cuerda sus bordes y cada una de las subparcelas. Un ángulo recto perfecto se puede obtener al inicio delimitando un triángulo de ángulo recto con lados de 3, 4 y 5 m de largo, con el lado de 4 m en la dirección N/S y el lado de 3 m en la dirección E/O (Fig. I-A). Este triángulo deberá ser perfectamente horizontal.

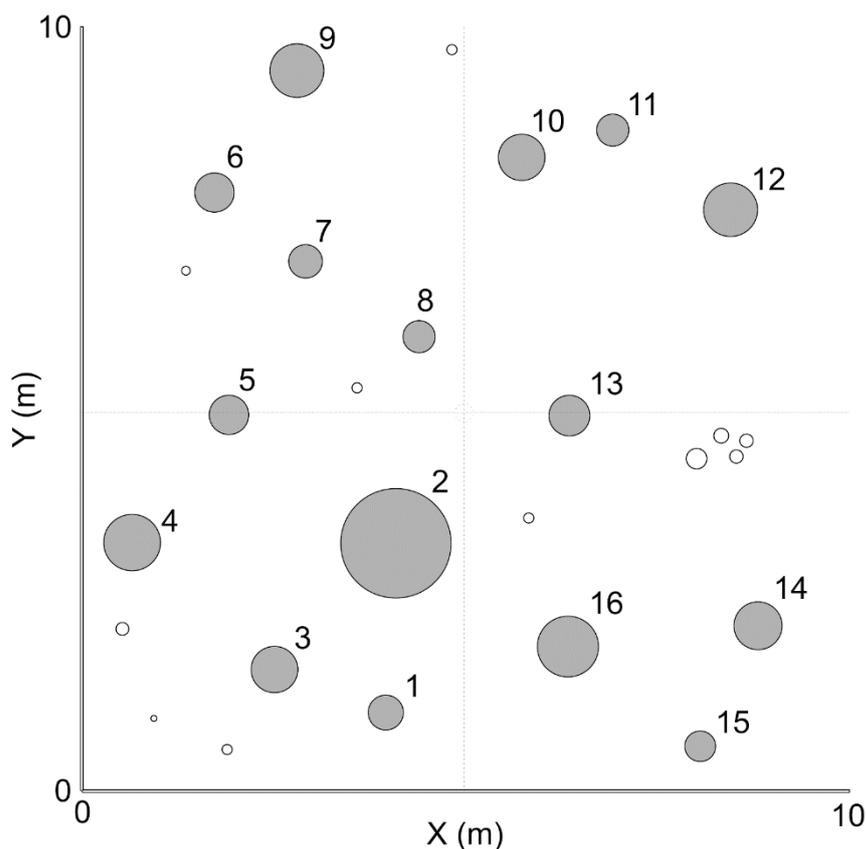
Demarcar los bordes de la parcela con cuerda funciona muy bien con tres personas: una trabaja con la brújula; otra trabaja haciendo la trocha; y otra mide las distancias. La demarcación de las subparcelas funciona muy bien con cuatro personas en dos equipos. Cada equipo delimita, corta y coloca la cuerda en uno de los lados de 10 m de la subparcela con una cuerda y el punto donde se unen las cuerdas de ambos equipos es la nueva esquina de la parcela (**Fig. I**).



**Figura I:** Diagrama de cómo se debe demarcar una parcela con cuerdas; **A:** preparando un ángulo recto al inicio de una parcela (nótese las líneas N/S y E/O que deben ser trazadas por 100 y 50 m respectivamente, con una estaca plantada cada 10 m); **B:** creando subparcelas cuadradas. *Opcional: las subparcelas cuadradas pueden ser adicionalmente refinadas trazando una cuerda diagonal entre dos esquinas opuestas. La distancia debe ser de 14.14 m.*

### J. Marcación de árboles

La actividad de marcación con placas y medición de cada árbol, puede ser realizada por tres personas: una localiza el árbol al que se le coloca la placa y al que se va a medir; otra pone las placas y pinta los troncos; y otra que registre los datos. Para el propósito de este protocolo se define un árbol como una planta individual (leñosa o no) que tiene uno o más troncos con diámetro  $\geq 5$  cm a los 30 cm o 130 cm desde el punto que se levantan del suelo (es decir, a lo largo del tronco). Todos los árboles que cumplan con estos criterios teniendo  $>50$  % de su área basal al interior de la parcela serán incluidos en el censo. A cada árbol se le asignará una placa de manera sistemática conforme uno se mueva dentro de la subparcela, por ejemplo, en sentido horario (**Fig. J**).



**Figurae J:** Orden de la toma de medidas de árboles en una subparcela. Los círculos más grandes indican árboles con mayores áreas basales. Los círculos rellenos representan árboles que cumplen con los criterios de inclusión en el censo ( $\geq 5$  cm de diámetro a los 30 cm o 130 cm de POM, ver texto); los círculos sin relleno representan árboles que no cumplen con los criterios de inclusión. Los árboles se enumeran en el orden que deberían ser medidos y marcados con una placa.

La mejor manera de poner el clavo para fijar la placa es con un ángulo ligeramente descendiente, incrustándolo lo suficiente como para que penetre la corteza y esté seguro, pero dejando tanto espacio como sea posible para que el árbol pueda crecer sin “comerse” la placa (es decir, las placas deben estar libres para moverse a lo largo del clavo conforme crezca el árbol). La placa se debe poner a los 160 cm de altura del tronco, o exactamente 30 cm por encima del punto de medida (POM, por sus siglas en inglés “Point of Measurement”) más alto, y de manera consistente por encima de la marca de pintura que denota el POM (ver *Medidas de árboles* abajo). Puede ser conveniente marcar los 30 cm en el mismo martillo para asegurar colocar las placas de manera consistente. Esto permite recuperar la ubicación del POM en el caso que la marca de la pintura se pierda.

A todos los árboles que cumplan con los criterios indicados anteriormente se les deberá colocar una placa: árboles con uno o más troncos que tienen diámetro  $\geq 5$  cm a los 30 cm o a los 130 cm (pero véase la sección Q abajo para bosques con un estrato arbustivo denso). A los árboles con varios tallos se les colocará una placa sólo en el tronco más grande que tenga diámetro  $\geq 5$  cm a los 130 cm:

- Los árboles deciduos pueden estar completamente deshojados, así que verifique cuidadosamente si está vivo. Todos los troncos con cambium vivo en cualquiera de los POM deben ser medidos.

- Los cactus que cumplen con los criterios (para árboles) deben ser incluidos. Los cactus arborescentes muchas veces pueden parecer muertos en la base y vivos en la parte superior, así que esté atento a los cactus que parecen muertos.
- Las plantas con tronco suculento (por ejemplo, cactus, malváceas bombacoideas, euphorbias arbóreas) tienen muchas veces un diámetro más grande a los 130 cm que a los 30 cm. Si este es el caso, tome nota de esto en la hoja de campo ya que puede ser marcado como error durante el siguiente ingreso de datos .
- Los árboles caídos deben ser verificados cuidadosamente para ver si aún están vivos. Si fuera el caso, y de la misma manera que con los árboles erectos, deben de ser etiquetados con una placa a 160 cm a lo largo del tronco desde la base del árbol.
- Los troncos de lianas que tienen diámetro  $\geq 2.5$  cm en cualquier punto dentro de los 2.5 m desde donde enraizan en el suelo, deben ser etiquetados con una placa. Los troncos de lianas pueden ser difíciles de ubicar. Cada tronco de liana que cumpla con este criterio y si enraiza separadamente se contará como una planta individual (verifique cuidadosamente para asegurar que la liana está enraizada). Vea la sección detallada L sobre medidas de liana.

### **K. Medidas para árboles**

La mayor cantidad de árboles en el bosque seco tienen diámetros  $< 10$  cm a 130 cm de altura y muchos tallos se dividen bajo esta medida. El criterio de RAINFOR para medir árboles  $\geq 10$  cm de diámetro a 130 cm resulta insuficiente para captar la diversidad de especies, estructura y captura de carbono en bosques secos. Por lo tanto, nosotros medimos todos los árboles con un diámetro de tallo  $\geq 5$  cm al POM usual (130 cm) **O** un diámetro de tallo  $\geq 5$  cm con un extra POM (30 cm). Las medidas se toman para todos los tallos  $\geq 5$  cm a 130 cm y/o 30cm.

El POM y el extra POM deben ser medidos como la distancia recta a lo largo del tronco, incluso si está inclinado o doblado, éstos no son la medida vertical sobre el suelo. Los 30 cm y 130 cm se refieren a la distancia a lo largo de tallo *desde el punto en que el tallo sale del suelo*.

En la medida de lo posible, los tallos deben medirse exactamente a los 130 cm y a los 30 cm. Para que las medidas sean exactas y rápidas, es de gran ayuda tener un palo marcado con las dos alturas, el cual se debe empujar firmemente en la hojarasca hasta llegar al suelo mineral cerca al árbol, a fin de obtener el POM correcto (Swaine, et al. 1987; Condit, 1998). **Nota:** Si los 130 cm o 30 cm no se usa como POM o Extra POM, se debe registrar a qué altura se toman ambas medidas.

El punto exacto de medida debe marcarse con tiza por el medidor y con pintura indeleble. Este procedimiento facilita la reubicación del POM y la remediación precisa del árbol. El color de la pintura que se use depende del color predominante de la corteza en el área de estudio. En lugares secos, la corteza es comúnmente pálida, por lo que se aconseja usar pintura roja. En bosques más húmedos la corteza es más oscura por lo que se recomienda usar pintura amarilla. La pintura en spray es más fácil y rápida de usar pero no dura mucho tiempo, recomendamos aplicar pintura con brocha en lugares que van a ser recensados.

Existen una serie de códigos estándar para registrar la condición del árbol cuando está vivo o muerto. Estos códigos deben usarse: para ver los detalles favor revisar al final del documento.

**a. Tallos múltiples:** Todos los tallos con un diámetro  $\geq 5$  cm a 130 cm y/o 30 cm son medidos, pintados y registrados.

**b. Deformidades:** Si el árbol tiene una gran deformidad a los 130 cm y/o a los 30 cm, deben ser medidos 2 cm bajo la deformidad (Condit 1998). La altura exacta del POM debe ser registrada. Las deformidades más comunes, son las siguientes:

- Tallos localmente engrosados con ramas laterales de soporte
- Irregularidades asociadas a crecimientos anómalos
- Áreas de corteza muerta asociadas a enfermedades
- Grietas
- Áreas de madera muerta (ej. ramas laterales muertas)

**c. Trepadoras:** Se pasa la cinta por debajo de cualquier bejuco o raíz y luego se mueve de un lado a otro para limpiar el POM de corteza suelta y escombros. A las hemiepífitas y a las lianas que están pegadas al tallo se las levanta para evitar cortarlas. En casos muy raros cuando las lianas o los mata palos están firmemente adheridos al tronco, el diámetro puede estimarse sujetando perpendicularmente la cinta al tallo, o usando un método óptico (ver más abajo).

**d. Rebrotos:** En árboles en pie pero quebrados, o individuos caídos, el tallo principal y los rebrotos se miden a los POMs de 130 cm y/o 30 cm desde la base del tallo. Se incluye un individuo como rebrote si el rebrote tiene  $\geq 5$  cm de diámetro en uno o en ambos POMs.

**e. Zonas con pendientes y árboles caídos o inclinados:** La altura de los POMs a 130 y 30 cm se toman desde la ladera inferior al árbol, y los árboles que están caídos o inclinados son medidos a 130 cm y/o 30 cm del tallo más cercano al suelo. Este procedimiento evita confusiones cuando los árboles están en zonas con pendientes e inclinados, situación que es muy común – los árboles usualmente se inclinan hacia la zona con pendiente y de esta forma se deja claro cual es el lado del árbol utilizado para medir el POM y el extra POM –. En los árboles caídos es difícil definir la base del tronco de manera exacta por lo que debería ser conveniente medir el árbol a 30 cm bajo la marca.

**f. Árboles estriados y árboles con la corteza profundamente fisurada:** Los árboles estriados en toda su longitud tienen que medirse a 130 cm y/o a 30 cm como está indicado. Se intenta medir alrededor del tallo estriado o de las profundas fisuras, sin tratar de corregir las fisuras en sí.

**g. Árboles con raíces zancudas:** Este tipo de árboles son raros en los bosques secos. Los individuos con raíces zancudas deben medirse a 50 cm sobre la raíz zancuda más alta y a 130 cm si la primera medida es inferior a esta referencia. El POM debe registrarse.

**h. Árboles con raíces tablares:** Los árboles grandes con raíces tablares son raros o ausentes en la mayoría de los bosques secos excepto aquellos dominados por grandes Malvaceae-bombacoides (ej. *Ceiba* o *Cavanillesia*). Este tipo de árboles deben ser dejados aparte por el equipo para ser trabajados más tarde: el medir árboles grandes toma medio día de trabajo para dos personas. Se debe tomar una sola medida de POM sobre la raíz tablar (a no ser que el árbol termine  $< 130$  cm). Una escalera es necesaria para alcanzar el POM de los árboles grandes y en algunos casos se necesitarán dos escaleras para asegurar la calidad de las medidas. Si no se puede alcanzar el POM, entonces el diámetro puede medirse con un trepador de árboles usando una

cinta diamétrica y si es imposible con un trepador, como última opción se usará una cámara digital. Medir con un relascopio no es aconsejado.

**i. Árboles con troncos múltiples:** Estos árboles son comunes en los bosques secos. Para este tipo de árboles todos los tallos con un diámetro  $\geq 5$  cm se miden a 30 cm y a 130 cm. Si existe una clara separación de los tallos a nivel del suelo, se tratan como árboles diferentes, pese a que parezca que se originan del mismo árbol.

El tallo con el diámetro más grande a 30 cm es el tallo principal y se coloca una placa a 160 cm en este tallo. *La marca o placa se coloca sólo en el tallo principal.* Una serie de representaciones esquemáticas de árboles de tallos múltiples se pueden observar en el Apéndice 6, junto a las correspondientes planillas de campo para estos árboles.

#### **L. Medidas para lianas**

Las lianas presentan desafíos especiales de medición en los estudios a largo plazo. El protocolo de RAINFOR incluye una variedad de métodos que maximizan la comparación de estudios a largo plazo a escala local y regional. Reproducimos este protocolo aquí. El encontrar el POM para lianas es particularmente difícil, este método no está completamente estandarizado lo que dificulta hacer comparaciones entre grupos. Nuestro protocolo sugiere que cada tallo de liana se mida en *tres* puntos diferentes, para maximizar la comparación en la parcela para análisis tiempo-dependientes (crecimiento, reclutamiento, mortalidad), con todo el conjunto de datos de DRYFLOR y RAINFOR, y con otros estudios en todo el mundo. Se sigue el protocolo que inició Alwyn H. Gentry (Phillips & Miller, 2002).

Se incluye cualquier liana o hemiepífita que tenga 2.5 cm de diámetro en cualquier punto a lo largo del tallo entre 0 y 2.5 m sobre el suelo. 0 se define como el último punto de enraizamiento.

***Para lianas y hemiepífitas, se debe registrar las medidas del diámetro en tres puntos:***

1. A 130 cm a lo largo del tallo, desde el punto de enraizamiento principal (= "d1.3 largo")
2. A 130 cm verticalmente sobre el suelo (= "d1.3 altura")
3. y TAMBIÉN en el punto más ancho del tallo dentro de los 2.5 m del suelo (= "dmax"), incluyendo cualquier deformidad.

Se debe revisar cuidadosamente el punto máximo de diámetro – en lianas, usualmente se encuentra cerca al suelo o cerca al nudo de una rama, donde se evidencia el crecimiento. En las notas de campo se debe describir el punto donde se registró el diámetro máximo, por ejemplo: 'por el suelo', '10 cm sobre la placa' etc..

Al igual que se hace con los árboles, en las lianas se deben pintar todos los POMs con pintura líquida, como se hace con los árboles. Las placas se colocan a 30 cm sobre el POM (130 cm verticalmente sobre el suelo).

Los tallos de algunas lianas son como cables ó venas (ej. Malpighiaceae) estos tallos se subdividen a medida que la liana envejece y se engrosan los tallos; en estos casos es difícil, pero no imposible, medir la liana de una manera que se pueda tener una estimación a largo plazo del incremento de su crecimiento radial. Para estas lianas, el diámetro se estima ubicando la cinta diamétrica alrededor de todos los tallos adyacentes que se originan de la misma base de la raíz. Otras lianas son claramente elípticas en una sección transversal (*Bauhinia* spp, la escalera de mono, alcanza niveles extremos);

estos tallos se miden de dos formas: convencionalmente (ej. rodeando todo el tallo con la cinta diamétrica) y midiendo dos veces la distancia lineal de cada una de las dimensiones máximas y mínimas y sacando la media geométrica. Siguiendo estas convenciones, cada liana que alcanza  $>2.5$  cm  $d_{max}$  debe marcarse y medirse.

Otras dificultades se presentan al decidir cuando una liana termina y cuando otra empieza. Las lianas pueden estar conectadas entre sí bajo el suelo, pero esto es difícil de establecer. Para facilitar el trabajo, se aplica el criterio de que cualquier tallo trepador que sale completamente del suelo mineral, cuenta como una planta independiente (= "un evidente genete"). Si no se está seguro, se debe colocar una placa y comentar que se trata de una liana posiblemente ya marcada o de una nueva. En los casos en que las lianas se dividan en ramas, cada rama que presente un  $d_{max} >2.5$  cm a una altura de 2.50 m en distancia vertical desde el suelo, será medida (como se hace con todos los árboles que se ramifican a una altura  $<1.30$  m).

Para cada tallo de liana (o rama ascendente, si hay más de una), se anotará el número de árbol(es) sobre el que la liana trepa y la copa del árbol que esté más afectada por la liana. Esto tiene como propósito, registrar las interacciones simples y comparables entre árboles y lianas, como por ejemplo, estimar si la infestación de las lianas en los árboles aumenta la probabilidad de muerte del árbol. Si el árbol huésped está fuera del cuadrante, no tendrá una placa: en este caso el diámetro se medirá directamente con la cinta diamétrica o visualmente (Relaskop, o cámara digital).

### **M. Registro de datos**

En resumen los siguientes datos deben registrarse:

#### *Árboles:*

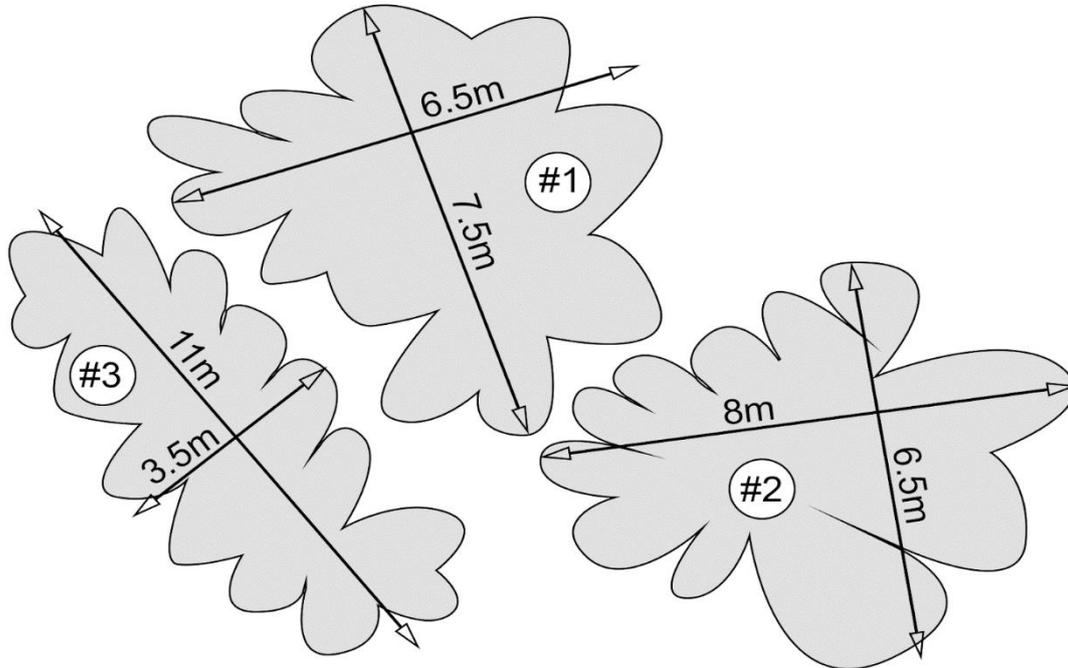
- Número de la subparcela
- Coordenadas X y Y desde el límite inferior izquierdo de la subparcela
- Número del árbol (registrado en la placa)
- Identificación. Para evitar ambigüedad se debe registrar exactamente como si fuera una muestra del mismo árbol o de la misma especie. Si se conoce se debe incluir la familia, género y especie, pero en muchos casos sólo se sabrá la morfoespecie (ej. "*Cordia* sp. 3", Malpighiaceae sp. 2"; "Hojas espinosas 3"). En algunos casos, como en censos durante la época seca, éstos registros no se realizarán y se pospondrán hasta que el equipo botánico pueda hacerlo
- Diámetro (mm) a 130 cm
- POM, si es diferente a 130 cm
- Extra diámetro (mm) a 30 cm
- Extra POM, si es diferente a 30 cm
- Forma del tronco, o códigos descriptivos de la forma del árbol (ver Apéndice 1 para los códigos)

Se recomiendan medidas opcionales de la infestación de lianas en el dosel y la iluminación de la copa de los árboles. Los protocolos para estas medidas se encuentran en <http://www.rainfor.org/en/manuals/in-the-field>, y al final de este documento (ver Apéndice 3).

Las estimaciones opcionales o las medidas del diámetro de la copa también deben considerarse:

- Usar una cinta diamétrica de 50 m. Dos personas miden el ancho de la copa del árbol a lo largo de su sección más amplia seguida por el eje perpendicular a éste (**Fig. M**).

- Sería de gran ayuda si una tercera persona sacude el árbol para ver qué ramas pertenecen al árbol.
- Nota: para árboles de tallo múltiple, hay que tomar una medida para todo el árbol (la suma de todos los tallos que forman el dosel), no una medida de cada tallo.
- Ver Loubata y Feldpausch (2020) y Loubata et al. (en revisión) para el protocolo de diámetro de la copa



**Figura M:** Protocolo opcional para estimar el diámetro de la copa de los árboles. Las copas (gris) de los árboles individuales se ven desde arriba o desde abajo como en la figura, los círculos blancos indican el número de árbol, las flechas indican las medidas. El árbol #1 tiene la copa con un diámetro de 7.5 x 6.5 m; #2 tiene una copa de 8 x 6.5 m; #3 tiene una copa de 11 x 3.5 m.

Lianas:

- Número de subparcela
- Coordenadas estimadas de X y Y de la esquina inferior izquierda de la subparcela
- Número de placa
- Familia y especie (en algunos casos, como en censos durante la época seca no se realizarán estos registros, se los deja para que el equipo botánico los registre en su momento)
- Diámetro (mm) a d1.3 largo
- Punto de medida de d1.3 largo, si no es 130 cm a lo largo de la rama
- Diámetro (mm) a 1.3 alto
- Punto de medida de d1.3 alto, sino es 130 cm sobre el suelo
- Diámetro (mm) a dmax Punto de medida de dmax

Subparcela:

Las siguientes medidas se recomiendan, pero no son esenciales:

- Mapa de la ubicación del árbol
- Pendiente de los límites de la subparcela
- Textura del suelo y drenaje

#### Parcela:

- Latitud y longitud para las cuatro esquinas del cuadrante
- Altitud de las cuatro esquinas del cuadrante
- Características de los límites del cuadrante
- Puntos de referencia locales para ayudar a la reubicación de la parcela

#### **N. Longitud del tronco del árbol y altura total del árbol**

Adicionalmente, las alturas de los árboles deben medirse para establecer el nivel de relación diámetro/altura de los árboles en la parcela, con el fin de poder realizar un modelamiento exacto del volumen de cada árbol para cada parcela, y probar como la forma de cada árbol difiere entre muestras en diferentes condiciones ambientales (Feldpausch et al., 2011, 2012). La meta es caracterizar la curva 'ideal' de diámetro/altura determinada por las condiciones climáticas y edáficas y que no se confunda con la influencia que ejercen los árboles dañados. Idealmente cada árbol de la parcela debe tener su medida de altura. En la práctica por las restricciones de tiempo esto no siempre es posible, si este es el caso se recomienda los siguientes procedimientos:

- Estimar las alturas de todos los árboles en la parcela. Todas las alturas deben ser estimadas por la misma persona para evitar las diferencias de opinión.
- El objetivo es muestrear 50 árboles al azar por parcela para medir la altura, incluir en la muestra los diez árboles con el diámetro más grande. Excluir los árboles codificados como inclinados, podridos, rotos, bifurcados, bajo los 5 m, caídos o rebrotes.

Este procedimiento se estableció para bosques húmedos tropicales y se espera sea una solución práctica para reducir la incertidumbre en las medidas de altura y diámetro y la idea es que no tome a una persona más de un día de trabajo en el campo.

Las 50 mediciones, idealmente, deberían medirse directamente (ej. con los tubos de las podadoras aéreas, de 2 m unidos entre sí para proporcionar una medida graduada), o mediante un hipsómetro láser, de lo contrario se recomienda los métodos trigonométricos manuales. Cabe anotar que todos los métodos tienen limitaciones o porcentaje de error, por ejemplo, los hipsómetros láser muy rara vez funcionan en distancias <10 m. Por lo tanto, se debe siempre registrar el método utilizado.

#### **O. Medidas para la densidad de madera**

Un protocolo que detalla una guía rápida de la densidad de madera se encuentra en el Manual de campo para establecimiento y remediación de parcelas de RAINFOR (<http://www.rainfor.org/en/manuals/in-the-field>).

#### **P. Colección de especímenes**

**Antes de iniciar el trabajo de campo, todos los permisos de investigación tienen que estar listos (ej. permiso general de colecciones, permiso para trabajar en parques nacionales, permiso de recursos genéticos, permisos de exportación). ¡NO SE DEBE INICIAR LA FASE DE CAMPO SIN LOS PERMISOS NECESARIOS!** Se debe establecer un acuerdo con un herbario local y/o con un proyecto para asegurar que recibirán especímenes botánicos estériles, y que tienen suficientes recursos para hacerlo. Idealmente el herbario del proyecto debería facilitar la inclusión de los datos de la etiqueta e imágenes de la muestra en una base de datos en línea.

Los especímenes de las parcelas de la red deben compararse para asegurar las identificaciones. Una vez que los especímenes están depositados en un herbario, idealmente se espera que las identificaciones las realicen expertos botánicos.

Para las parcelas nuevas, se debe hacer mínimo una colección por individuo y por especie o morfo especie (sobre todo para las especies con variaciones). Los individuos que no pueden identificarse con seguridad hasta especie o morfoespecie, deben ser colectados.

Se deben tomar fotografías de todos los caracteres que resulten útiles para la identificación botánica y en la etiqueta de la muestra, se deben incluir las características y observaciones (ej. presencia y color de exudados, color de las flores, características de la madera). Las muestras botánicas se deben secar el día de la colección en una secadora. Una muestra en sílica gel también debe realizarse en la medida de lo posible (si el permiso lo permite). Sabemos que el trabajo de colección, identificación y curación de una muestra botánica es especializado y consume mucho tiempo, pero el trabajo de una parcela no puede considerarse completo si no se incluye este trabajo. Las copias electrónicas de las fotografías de los especímenes colectados se identificarán y guardarán junto con los datos del colector y número de colección.

Cada muestra colectada debe constar con una etiqueta con los siguientes datos:

- Nombre del colector principal
- Número de colección (preferible un número simple secuencial, evitar códigos complejos)
- Fecha de colección. Usar un formato como “3 II 2019” ó “3 Feb 2019” antes que 3/2/2019 ó 2/3/2019 para evitar confusión entre el día y el mes.
- Nombre de la parcela y número de la placa
- Nombre científico si es posible
- Nombre común
- El nombre usado en la parcela para esta especie (ej. “Annonaceae sp. 1” ó “palma espinosa”). Este nombre ayudará a vincular el espécimen con todos los individuos de esa especie en la parcela, y se volvería complejo si la muestra es re-identificada.
- Una descripción de la localidad de la parcela. Esta descripción será la misma para todas las colecciones de la parcela, debe ser corta y clara indicando cómo llegar a la parcela, asumiendo que la persona que lee la etiqueta no tiene información adicional de la ubicación de la misma.
- Altitud y coordenadas de la parcela
- Una breve descripción del hábitat predominante de la parcela. Esta información será la misma para todas las colecciones de la parcela.
- Una descripción de la planta. Incluir información sobre características que desaparecerán cuando la planta se seque (ej. color, olor, látex) y otras como el tamaño (altura) del árbol, tamaño de las hojas en el caso de las palmas.
- Indicar si se colectó una muestra para sílica (ej., Sílica: si/no)
- Indicar si se colectó una muestra en alcohol (ej., Alcohol: si/no)
- Indicar si se tomaron fotos en el campo (ej., Fotos:si/no)
- Indicar si la muestra fue preservada en etanol durante el proceso de secado.

Un ejemplo de una etiqueta con la información mínima de colección se indica en el apéndice 5. Este apéndice incluye ejemplos de descripción de localidades, hábitats de las parcelas y descripciones de plantas.

Para información adicional, favor referirse a la *Guía de colección de especímenes de herbario en el campo del RBGE*:

<https://rbge-publications.myshopify.com/products/guide-to-collecting-herbarium-specimens-in-the-field>

*Opcional:* Si no hay botánicos expertos como parte del equipo de trabajo (que debe incluir expertos ecólogos locales, guías, para-taxónomos o conocedores de árboles), o si el equipo de trabajo no está familiarizado con la flora local, recomendamos que se realice una colección de cada individuo de la parcela. Esto se recomienda para proyectos específicos (ej. para investigar la estructura de la genética de poblaciones de la parcela). Se debe tomar en cuenta que esto incrementará significativamente el tiempo que se requiere para muestrear la parcela.

### Q. Protocolo para árboles más pequeños

En bosques secos con fisionomías arbustivas (ej. ver Torello Raventos et al., 2013), el protocolo estándar para árboles grandes no abarcará la totalidad de la diversidad y biomasa arbórea, perdiéndose así una parte esencial de la variación estructural. Por lo tanto, es importante en muchos casos reducir el diámetro estándar requerido para la inclusión de tallos de  $\geq 5$  cm a  $\geq 2,5$  cm. Sin embargo, esto incrementará significativamente los tiempos requeridos (ver sección R) para completar la parcela. Presentamos aquí un protocolo opcional, usando subparcelas, que representan un balance razonable entre la toma de datos adicionales y el tiempo invertido:

*Selección de subparcelas:* Seleccionar cinco subparcelas dentro de la parcela. Estas subparcelas deben representar un acuerdo en donde se trate de: (i) evitar las partes más perturbadas de la parcela (es decir las líneas de base de 50 y 100 m); (ii) cubrir totalmente los rangos N-S y E-O de la parcela; (iii) ubicación aleatoria. Por ejemplo, en una parcela de 100 x 50 m, recomendamos el diseño planteado en la **figura Q**. Este esquema fue diseñado usando el siguiente procedimiento pseudoaleatorio: (i) excluimos subparcelas con doble borde para evitar las líneas de base; (ii) agrupamos las subparcelas restantes en líneas de dos (líneas verticales en el esquema); (iii) seleccionamos una subparcela de cada grupo de forma aleatoria; (iv) las subparcelas situadas en una misma línea horizontal fueron rechazadas (exceptuando la última parcela seleccionada).

Aplicar los pasos siguientes (2-7) solo a las subparcelas seleccionadas (gris oscuro)

5	6	15	16	25	26	35	36	45	46
4	7	14	17	24	27	34	37	44	47
3	8	13	18	23	28	33	38	43	48
2	9	12	19	22	29	32	39	42	49
1	10	11	20	21	30	31	40	41	50

**Figura Q:** Esquema sugerido para un muestreo intensivo de subparcelas de 10 x 10 m dentro de una parcela de media hectárea (100 x 50 m). Los números indican las subparcelas. Las subparcelas en gris claro se excluyen ya que están situadas junto a la

los ejes principales de la parcela (líneas de base) porque probablemente éstas subparcelas estarán sometidas a mayor perturbación. Las subparcelas en gris oscuro son las seleccionadas para el muestreo intensivo. Nota: si las líneas de base no corren a lo largo de los ejes coloreados en gris claro este diseño debe ser modificado para evitar las áreas perturbadas de la parcela.

2. *Marcaje de árboles:* Todos los árboles con uno o más troncos con diámetro  $\geq 2.5$  cm a los 30 cm o 130 cm del suelo deben ser marcados

Los árboles que no cumplieron los criterios para el censo de la parcela principal (es decir aquellos de uno o más troncos con diámetro  $< 5$  cm a los 30 cm o 130 cm del suelo) se deben marcar para la subparcela.

Los árboles que sí cumplieron el criterio para entrar en la parcela principal (es decir uno o más troncos con diámetro  $\geq 5$  cm a 30 cm o 130 cm del suelo) deben ser evaluados para determinar si algún tronco cumple con los criterios más inclusivos de la subparcela. Estos árboles no deben recibir una marca adicional, pero se debe tomar nota de la marca ya existente (el que corresponde a la parcela principal).

Es esencial asegurarse de que los árboles marcados bajo este protocolo opcional no puedan ser confundidos con aquellos marcados durante el censo principal (ver K: Medición de árboles). Recomendamos el uso de un estilo de marca diferente o un número de secuencia que se distinga del usado en la parcela principal por más de 100 unidades.

3. *Medición de árboles:* todos los troncos con diámetro  $\geq 2.5$  cm deben ser medidos al POM usual (130 cm)  $\bullet$  un tronco con diámetro  $\geq 2.5$  cm al extra POM (30 cm). Se miden todos los troncos con diámetro  $\geq 2.5$  cm al POM y al extra POM, aunque los troncos con un diámetro  $\geq 5$  cm deben haber sido ya medidos en el censo de la parcela principal.

Ver arriba los criterios completos de medición.

4. *Medición de lianas:* todas las lianas con diámetro  $\geq 2.5$  cm deben haber sido ya medidas (ver arriba), y no recomendamos incluir lianas con diámetro  $< 2.5$  cm en el censo.

5. *Longitud del tronco y altura total del árbol:* ver indicaciones arriba.

6. *Densidad de la madera:* ver indicaciones arriba.

7. *Colección de muestra botánica:* ver indicaciones arriba.

Si la fisionomía de la parcela varía entre bosque seco y sabana, sería recomendable hacer medidas adicionales. Ver el trabajo de Torello Raventos et al. (2013) donde se describen medidas adicionales para vegetación baja.

## ***R. Estimación de tiempo y personal para crear una parcela de 0,5 ha***

Los bosques secos son fisionómicamente muy diversos y también difieren mucho en la altura del dosel y la diversidad alfa. Estos factores tienen un gran efecto en el tiempo necesario para establecer una parcela. Presentamos aquí requerimientos temporales que orientan el trabajo con parcelas de varios niveles de complejidad.

### *Localización y demarcación de parcela de 0.5 ha con subparcelas de 10 x 10 m:*

- Parcela relativamente abierta (<500 tallos y pocos arbustos) en terreno plano: 3-4 personas, 1 día
- Parcela relativamente densa (>2000 troncos y muchos arbustos) en terreno ondulado: 3-4 personas, 2 días.

### *Marcaje, pintura, mapeo y medición de árboles:*

- Parcela relativamente abierta (<500 troncos, pocos árboles con troncos múltiples): 3 personas, 1,5 días.
- Parcela relativamente densa (>2000 troncos, muchos árboles con troncos múltiples): 3 personas, 5 días.

*Medición de altura de árboles:* 2 personas, 0,5 días.

### *Colección de muestra botánica:*

- Parcela relativamente simple (dosel <10 m, <20 especies): 2 personas, 1 día.
- Parcela relativamente compleja (dosel >20 m, 30-60 especies): 3 personas, preferiblemente incluyendo un escalador de árboles, 3-5 días.

**Total: 12 a 40 persona/días**

*Requerimientos (opcional) para subparcelas  $\geq 2,5$  cm diam.:* 3 personas, 0,5-1,5 días

*Requerimientos (opcional) para estimar diámetro de copa:* 2-3 personas, 1 día

Se podría necesitar tiempo adicional para sitios con una logística compleja, retrasos significativos por lluvia, circunstancias imprevistas y recesos de descanso y recreación para el equipo de campo. Esto último es particularmente importante en sitios calurosos o con una alta demanda de esfuerzo físico.

*Nota:* si se realizan las colecciones de muestras botánicas de forma separada (por ejemplo, cuando la parcela es establecida durante la estación seca) los tiempos estimados arriba siguen siendo adecuados.

## ***Remediación de la parcela***

### ***A. Demarcación***

Para reubicar una parcela previamente establecida, es necesario colocar una cuerda a lo largo de todo sus bordes, usando todas las señales y posiciones de árboles previamente marcado para ayudar a definir los bordes de la parcela y de postes de borde, si los hubiera. Esto es muy fácil si el sotobosque es escaso y la mayoría de los árboles conservan todavía sus rótulos, pero puede consumir mucho tiempo si muchos árboles han perdido sus rótulos y/o si un árbol se ha caído sobre algún borde. El uso de mapas previos de árboles (ej. de la base de datos RAINFOR), si están disponibles, puede ayudar. Los registros de puntos de brújula de los bordes de la parcela también son obviamente útiles, pero consumen mucho tiempo y además hay que tomar en cuenta que pequeñas desviaciones de un punto puede resultar en la exclusión o inclusión incorrecta de un gran número de árboles cercanos a los bordes de la parcela. Si se sigue una señal, hay que comprobar siempre que la cuerda no esté excluyendo ningún árbol previamente rotulado o incluyendo alguno que nunca lo haya estado. Finalmente, colocar cuerdas a lo largo de de todos los bordes de las subparcelas, para seguir la secuencia numérica original.

Nota: podría ser necesario reponer postes perdidos, por degradación o fuego, o que hayan sido removidos. En ausencia de perturbación, los postes metálicos deberían durar c. 1 década en bosques secos con un nivel de humedad medio-alto pero sugerimos que para parcelas remotas se lleven suficientes postes de recambio, o presupuestar su recambio en el caso de parcelas relativamente accesibles.

### ***B. Remediación de árboles y lianas***

Una persona debe tomar nota en una planilla de papel impermeable con el listado de árboles. El anotador debería usar cualquier mapa existente con la localización de los árboles, si está disponible. Estos mapas no son muy precisos pero deberían ser lo suficientemente buenos para estimar la posición de los árboles – y por lo tanto proporcionan alguna orientación al equipo de medición para localizar los árboles. En las remediciones, se deben usar los mismos procedimientos de medición indicados arriba.

### ***C. Tratamiento de árboles con raíces tablares o deformes***

La presencia de raíces tablares u otras deformidades requieren un cuidadoso posicionamiento de los puntos de medición (POM) y a causa del crecimiento del árbol estos POM podrían cambiar con el tiempo. Hemos desarrollado estrategias de campo para obtener estimaciones no sesgadas del área basal y el crecimiento, midiendo siempre por encima de las deformaciones. La estrategia usada depende de si las mediciones previas fueron 'buenas' o 'malas'. **El equipo de campo debe tomar una decisión clara de la estrategia a seguir y registrarla en las planillas de campo.** Si la parte superior de las deformidades ha crecido extendiéndose dentro de 30 cm por encima del POM original, deberemos además de medir el diámetro a la altura del POM original, medirlo también a 50 cm del POM original (un nuevo POM). En las remediciones siguientes, si la parte superior de las deformidades ha crecido otra vez dentro de 30 cm por encima del último POM, además de medir el diámetro al POM anterior, hay que medirlo a 50 cm por encima del mismo (nuevo POM). Se van descartando los POM inferiores (anteriores) para asegurar que haya siempre una medición consistente del crecimiento del diámetro sin incluir las deformidades.

#### **D. Mortalidad y reclutamiento**

En el caso de árboles muertos, se debe registrar el tipo de muerte – árbol caído, partido, en pie (con las ramas intactas). Existe un conjunto de códigos para el estado del árbol (vivo o muerto). Ver Apéndice 1.

Durante las remediciones, dos personas pueden medir y al mismo tiempo llevar lo necesario (clavos, rótulos, martillo) para marcar los árboles nuevos que vayan apareciendo. Los nuevos árboles (reclutados) se rotularán usando el número de la placa más cercana, pero añadiendo A, B, C, etc., para mantener así el patrón espacial. Marcar los árboles reclutados no identificables con una cinta adhesiva de color brillante (rosa, naranja) para la posterior colección de muestra botánica e identificación taxonómica.

#### **E. Tratamiento de errores**

*Aplicar la lógica a las mediciones a medida que se registran:* La planilla de datos de la parcela proporciona mucha información sobre los árboles, i.e. tamaño, taxón, y previos ‘traumas’ (ej. ‘vivo, partido’); estos pueden explicar por ejemplo la desaparición de un individuo desde la última medición. El historial de las mediciones proporciona a la persona que anota, claves que pueden ser muy útiles (ej. es útil marcar inmediatamente si la nueva medida sugiere algún error previo – notar por ejemplo si cambios grandes en el diámetro pueden ser explicados por cambios recientes en las condiciones ambientales locales). En el campo, si una medida muestra un incremento por encima de la tendencia a largo plazo, o una disminución, el anotador debe pedir al medidor que vuelva a medir inmediatamente para corroborarla. La persona que anota debe revisar cuidadosamente que ningún árbol haya sido excluido, particularmente si hay árboles caídos. Durante el censo hay que tratar de seguir la secuencia espacial de los números originales en lo posible: es lo más fácil para poder determinar los números de los árboles que han perdido sus rótulos.

#### **F. Estimación de tiempo y de personal**

##### ***Recenso de parcelas de 0,5 ha***

Localización y demarcación de la parcela: 3 personas, 0,5-1 día(s)

Marcaje, pintura, mapeo y medición de árboles: 3 personas, 2-4 días

Colección de muestra botánica de nuevos árboles (reclutados): 1-2 personas, 1 día (menos en bosques poco diversos)

Total ~8 a 17 personas/día

Se podría necesitar tiempo adicional a causa de retrasos por lluvia, recesos de descanso y recreación para el equipo de campo, y circunstancias imprevistas. La duración de la colección de muestra botánica puede ser muy variable, dependiendo de la dificultad (número de especies), las condiciones climáticas y las habilidades físicas y técnicas del equipo.

#### **G. Procesamiento de datos**

Los datos tomados durante las campañas de campo DRYFLOR deben ser incorporados a la plataforma ForestPlots.net ([www.ForestPlots.net](http://www.ForestPlots.net); Lopez-Gonzalez et al. 2011). Por favor seguir el protocolo descrito en la sección “Manejo de datos post-campo” del

Manual ForestPlots.net para la preparación y subida de datos a su plataforma online. Tras la subida de los datos, hay que seguir el protocolo de control de calidad. Este incluye información sobre cómo lidiar con problemas de procesamiento de datos como: “árboles reclutados improbables” (árboles grandes que “aparecen” en la parcela), información faltante en el censo sobre árboles y “crecimiento anormal”. En todos los casos, se debería mantener el dato de medición original, documentar el presunto error y la corrección realizada. La base de datos ForestPlots.net incluye la funcionalidad para registrar este tipo de detalles sobre la manipulación de los datos (ver Manual ForestPlots.net).

Los datos florísticos de presencia-ausencia y de abundancia de especies deben ser incorporados a la plataforma DRYFLOR ([www.dryflor.info](http://www.dryflor.info)) siguiendo las instrucciones en el manual de esta base de datos (Weintritt & Pullan, 2016).

## Referencias

- Corlett, R.T., 2016. The impacts of drought on tropical forest. *Trends in Plant Science* 21(7): 584-593.
- DRYFLOR, 2016. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *Science* 353(6303): 1383-1387.
- Feldpausch, T.R., Banin, L., Phillips, O.L., Baker, T.R., Lewis, S.L. et al. 2011. Height-diameter allometry of tropical forest trees. *Biogeosciences* 8(5): 1081-1106.
- Feldpausch, T.R., Lloyd, J., Lewis, S.L., Brien, R.J.W., Gloor, M. et al. 2012. Tree height integrated into pantropical forest biomass estimates. *Biogeosciences*. 9(8): 3381-3403.
- Lopez-Gonzalez, G., Lewis, S.L., Burkitt, M. & Phillips, O.L., 2011. ForestPlots.net: a web application and research tool to manage and analyse tropical forest plot data. *Journal of Vegetation Science* 22(4): 610-613.
- Loubata & Feldpausch, T.R., 2020. Measuring crown dimensions for tropical forest trees - a field manual, to be available online at <http://www.rainfor.org/en/manuals/in-the-field> in support of Loubata et al. 2020.
- Loubata et al., (2020). Pan-tropical variability in tree crown allometry. *Global Ecology and Biogeography*, in review.
- Malhi, Y. et al., 2002. An international network to monitor the structure, composition and dynamics of Amazonian forests (RAINFOR). *Journal of Vegetation Science* 13(3): 439-450.
- Phillips O.L. 1996. Long-term environmental change in tropical forests: Increasing tree turnover. *Environ. Conserv.* 23(3): 235-248.
- Phillips, O.L., Baker, T., Feldpausch, T., Brien, R. et al. 2018. RAINFOR field manual for plot establishment and remeasurement. (Amazon Forest Inventory Network, 2018, 27 pp.). DOI: 10.23635/forestplots.net/2018
- Pennington, R.T., Prado, D.E. & Pendry, C.A., 2000. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27(2): 261-273.
- Prado, D.E. & Gibbs, P., 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80(4): 902-927.
- Queiroz, L.P., Cardoso, D., Fernandes, M.F., Moro, M., 2017. Diversity and evolution of flowering plants of the Caatinga domain. In: Silva, J.C., Leal, I., Tabarelli, M. (Eds.), *Caatinga: the Largest Tropical Dry Forest Region in South America*. Springer, Cham, pp. 23–63.
- Schepaschenko et al., 2019. The forest observation system, building a global reference dataset for remote sensing of forest biomass. *Scientific Data* 6: 198.
- Sullivan, M.G.P. et al., 2018. Field methods for sampling tree height for tropical forest biomass estimation. *Methods in Ecology and Evolution* 9(5): 1179-1189.

Torello-Raventos, M., Feldpausch, T.R., Veenendaal, E., Schrod, F., Saiz, G. et al. (2013). On the delineation of tropical vegetation types with an emphasis on forest-savanna transitions. *Plant Ecology and Diversity* 6: 101-137.

Veenendaal, E.M., Torello-Raventos, M., Feldpausch, T.R., Gerard, F., Schrod, F. et al. (2015). Structural, physiognomic and above ground-biomass in savanna-forest transition zones on three continents. *Biogeosciences* 12: 2927-2951.

Weintritt, J. & Pullan M., 2016. DRYFLOR Plot Inventory Editor Manual. Royal Botanic Gardens Edinburgh.

# **Apéndice 1 - Códigos para el Trabajo de Campo y para la Base de Datos**

## **- Árboles**

### **FLAG 1: CONDICIÓN DEL ÁRBOL VIVO (Si el árbol está muerto, escriba "0" en esta columna)**

- a=** Vivo normal, este código no debe utilizarse con otros códigos, a no ser que el árbol sea una recluta o un tallo múltiple.
- b=** Vivo, tallo partido y con rebrotes, o por lo menos hay floema/xilema vivo. Anote en la columna de comentarios a qué altura el tronco está partido.
- c=** Vivo, inclinado  $\geq 10\%$ . El código de inclinado no debe ser utilizado con el código de caído 'd'.
- d=** Vivo, caído (por ejemplo: sobre el suelo)
- e=** Vivo, árbol "acanalado" y/o "fenestrado"
- f=** Vivo, tallo hueco
- g=** Vivo, tallo podrido
- h=** Árbol con tallos múltiples. Cada tallo con más de 99mm de diámetro recibe un número único. Deberá ser siempre acompañado por otro código – por ejm., si un árbol esta partido y con troncos múltiples, utilice 'bh'.
- i=** Vivo, sin o con pocas hojas
- j=** Vivo, tallo quemado
- k=** Vivo, tallo partido <1.3m (por lo tanto, el diámetro a 1.3m es 0 mm)
- l=** Vivo, tiene liana  $\geq 10$ cm de diámetro en el tronco o en la copa del árbol
- m=** Cubierto por lianas. Se utiliza cuando al menos el 50% de la copa del árbol está cubierta por lianas, aun cuando ninguna liana individual alcance 10cm de diámetro.
- n=** Nuevo recluta. Se utiliza siempre con otro código - por ejm., si el árbol es normal y nuevo, entonces utilice el código 'an'; si el árbol está partido y es un nuevo recluta, el código es 'bn'.
- o=** Dañado por un rayo
- p=** Cortado
- q=** Corteza pelada/suelta, con placas leñosas que se desprenden
- s=** Tiene un estrangulador
- z=** Vivo, con baja productividad (casi muerto)

**Nota:** Los códigos de la Condición del Árbol Vivo se pueden utilizar en conjunto en cualquier combinación. La excepción son los códigos: 'a', 'c' y 'd'. Por favor lea las notas cuando utilice estos códigos!

Si es "estrangulador", escriba en la columna de comentarios.

### **FLAG 2: MUERTE DEL ÁRBOL (Si el árbol está vivo, escriba "1" en esta columna)**

Todos los árboles muertos tienen dos o tres códigos con letras.

#### **1. Mecanismo Físico de Mortalidad (¿Cómo murió el árbol?)**

- a=** Parado, muerto en pie
- b=** Quebrado o roto (tronco partido)
- c=** Desentraizado (caído desde la raíz)
- d=** Muerto en pie o quebrado, probablemente murió en pie (sin desenraizar)
- e=** Muerto en pie o quebrado, probablemente murió quebrado (sin desenraizar)
- f=** Muerto en pie o quebrado (no desenraizado)
- g=** Quebrado o desenraizado, probablemente desenraizado
- h=** Quebrado o desenraizado, probablemente quebrado
- i=** Quebrado o desenraizado (no en pie)
- k=** Desaparecido (localización encontrada, buscamos el árbol, pero no lo encontramos) l= Asumido como muerto (localización del árbol no encontrada, por ejm. por problemas como falta de coordenadas, mapas pobres, etc.)
- m=** No se sabe cómo

#### **2. Número de Árboles en el Evento de Mortalidad**

- p=** Murió solo
- q=** Murió en un evento de muertes múltiples
- r=** No se sabe

### 3. **Proceso de como Mato o como Fue Matados**

- j=** Antropogénica
- n=** Quemado
- o=** Rayo
- s=** No se sabe si fue matado o si mató a otros árboles
- t=** Matador de al menos otro árbol >10cm DAP
- u=** Matado por otro árbol, no se sabe más
- v=** Matado por otro árbol, que murió quebrado
- w=** Matado por otro árbol, que murió desenraizado
- x=** Matado por ramas caídas de un árbol que murió en pie
- y=** Matado por ramas caídas desde un árbol vivo
- z=** Matado por estrangulador
- 2=** Matado por liana
- 3=** Matado por el peso de un(a) estrangulador / liana [el árbol murió quebrado o caído]
- 4=** Matado en competencia con un(a) estrangulador / liana [el árbol murió en pie]

**Nota:** Seleccione un código de cada una de las categorías. Por ejm. Un árbol que está en pie, murió solo y fue muerto por un rayo sería: 'apo'. En el caso de muertes múltiples, el número de los árboles muertos deben ser registrados en la **columna de comentarios**. En el caso de árboles quebrados, la altura de la ruptura debe ser registrada en la **columna de comentarios**.

### **FLAG 3: TÉCNICA DE MEDICIÓN**

- 0=** Medición normal, con cinta métrica
- 1=** Relascópio
- 2=** Cámara digital
- 3=** Estimado (con el ojo)
- 4=** Escalera, con cinta diamétrica
- 5=** Desconocida
- 6=** Dendrómetro

### **FLAG 4: MANEJO DE DATOS POSTERIOR AL CAMPO**

- 0=** Medición normal (sin modificación retrospectiva)
- 1=** Medición extrapolada a partir de mediciones anteriores o posteriores
- 2=** Medición corregida debido a un error tipográfico
- 3=** Medición interpolada (medición incorrecta en una secuencia de mediciones correctas)
- 4=** Mediciones estimadas usando la tasa de crecimiento media
- 6=** El punto de medición (POM) tuvo que ser alterado – medición anterior correcta
- 7=** Tasa de crecimiento considerada nula
- 8=** Otra transformación - vea notas/ alteración de los datos no explícita
- R=** Corrección usando la proporción entre una medición no-afectada y una medición afectada (i.e. por deformación, corteza desprendida)

### **FLAG 5: TÉCNICA DE MEDICIÓN DE LA ALTURA**

**Total del Altura del Árbol** - La altura debe ser registrada en metros y los códigos de medición de la altura se deben registrar en la columna Flag 5. El registro es opcional y, si la altura no se midió, por favor deje la columna de la altura y la columna del Flag 5 en blanco

- 1=** Estimado por el ojo.
- 2=** Manualmente por trigonometría (inclinómetro).
- 3=** Manualmente por trigonometría (inclinómetro), con formación específica.
- 4=** Láser o la distancia ultrasónica al árbol, sensor de inclinación electrónica para el ángulo.
- 5=** Hipsómetro Laser utilizado directamente debajo de la copa, seleccionar la función de filtro de "last return".
- 6=** Directamente (por ejemplo: trepar, cortar, torre adyacente).

**Nota:** Sólo una técnica de medición y un código de manejo de datos posterior al campo (Flag 4) deben ser seleccionados para cada árbol, excepto cuando un árbol tiene cambio del POM, escribir "6" para cambio del POM junto con otro código de Alteración de Datos, por ejemplo, "60".

## **Apéndice 2 - Clave para definir el tipo de muerte de árboles**

1A	Tronco en pie.....	2
1B	Tronco caído en el suelo sin tocón aparente.....	6
2A	Tronco en pie con finas ramas muertas (<10 cm), y sin rebrotes en el tronco principal.....	<b>muerto en pie (código: a)</b>
2B	Tocón en pie sin ramas finas muertas y con el tronco principal en el suelo.....	2
3A	Tocón con rebrotes muertos <5 cm.....	<b>muerto quebrado (código b, anotar la altura de la ruptura en metros)</b>
3B	Tocón sin rebrotes o con rebrotes muertos >5 cm.....	3
4A	Troncos dispersos sin dirección coherente específica.....	<b>muerto en pie (posteriormente quebrado (código: a)</b>
4B	Solo con un tronco principal en el suelo, o unos pocos pero con una dirección coherente.	4
5A	Se nota daño en la vegetación y el tronco caído con ramas finas / ramas de la copa muertas intactas (<10 cm, sin rebrotes), el tronco en el suelo todavía está duro, y / o el tocón de pie con el extremo dentado.....	<b>Muerto quebrado (code: b, anotar la altura de la ruptura en metros)</b>
5B	No se nota daño de la vegetación y el tronco caído sin ramas finas de la copa, el tronco caído con hongos perpendiculares al suelo y / o el extremo del tocón es algo liso / blando.....	<b>muerto en pie (posteriormente quebrado (código: a)</b>
6A	Raíz del tronco parcial o totalmente elevado ("volcado") y con algo de tierra expuesta ....	<b>muerto desenraizado (código c)</b>
6B	Raíz del tronco no elevado.....	7
7A	Daño evidente de la vegetación, con ramas finas y / o rebrotes .....	<b>quebrado a los 0 m (code b, anotar quebrado a los 0 m)</b>
7B	Daño no perceptible de la vegetación, raíces en estado avanzado de descomposición y / o con hongos perpendiculares al suelo.....	<b>muerto en pie, raíces en descomposición y posterior caída (ej. palmas) (código: a)</b>

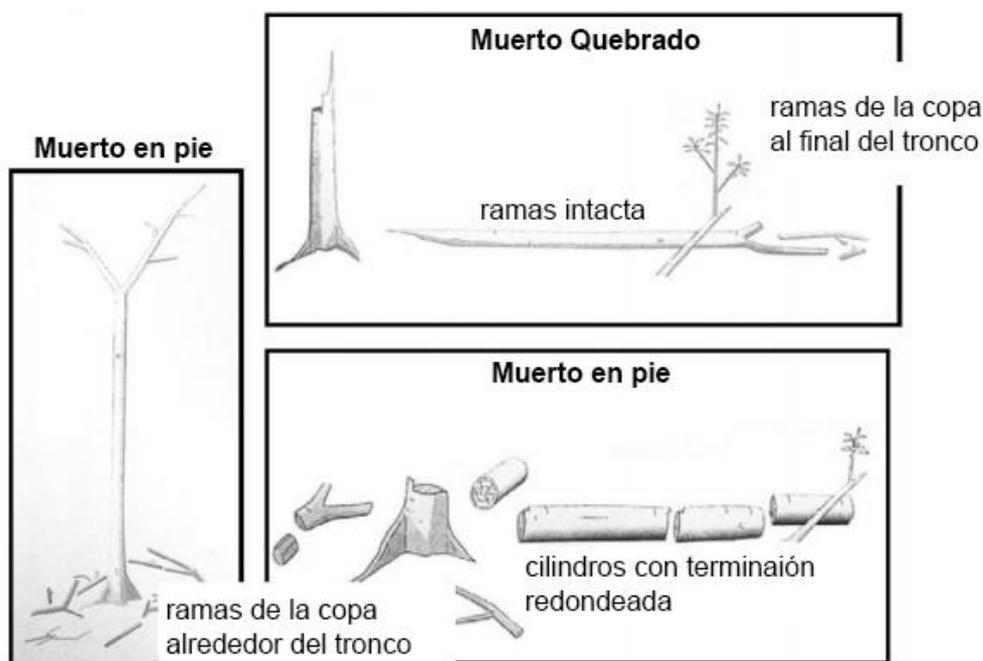
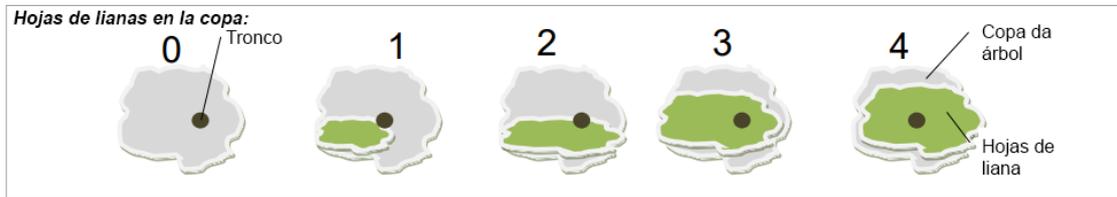


Figura tomada de Gale (1997)

## **Apéndice 3 - DRYFLOR & RAINFOR Códigos para el trabajo de campo y base de datos para infestación de lianas, (LI), iluminación de la copa (CI) y formación de la copa(CF) Índice**



### **Liana infestación de la copa:**

- 0 Sem lianas en la copa
- 1 1-25% de la copa cubierta por hojas de lianas
- 2 >25-50% de la copa cubierta
- 3 >50-75% de la copa cubierta
- 4 >75% de la copa cubierta

### **Índice de formación de la copa**

#### **Formación de la copa**

- 0 Copa intacta, no esta rota
- 1 1-25% de la copa esta rota
- 2 > 25-50% de la copa esta rota
- 3 >50-75% de la copa esta rota
- 4 >75% de la copa esta rota

Las redes DRYFLOR y RAINFOR usan una versión modificada del índice de Dawkins (Dawkins 1958), como en Synnott (1979) y Moravie (1999) (figura modificada de Phillips et al. 2018).

### **Definición del índice**

- 5** Copa completamente expuesta a luz vertical y horizontal en una curva de 45 grados, por ejemplo emergente
- 4** Copa completamente expuesta a luz vertical (90-100% de la copa tiene luz), pero, la luz lateral está bloqueada en algunas áreas
- 3b** Iluminación vertical alta (más que 50%)
- 3a** Poca luz vertical (menos que 50% de la copa recibe luz)
- 2c** Luz lateral alta
- 2b** Luz lateral media
- 2a** Luz lateral baja
- 1** No hay luz directa (la copa no está iluminada directamente vertical o lateralmente)

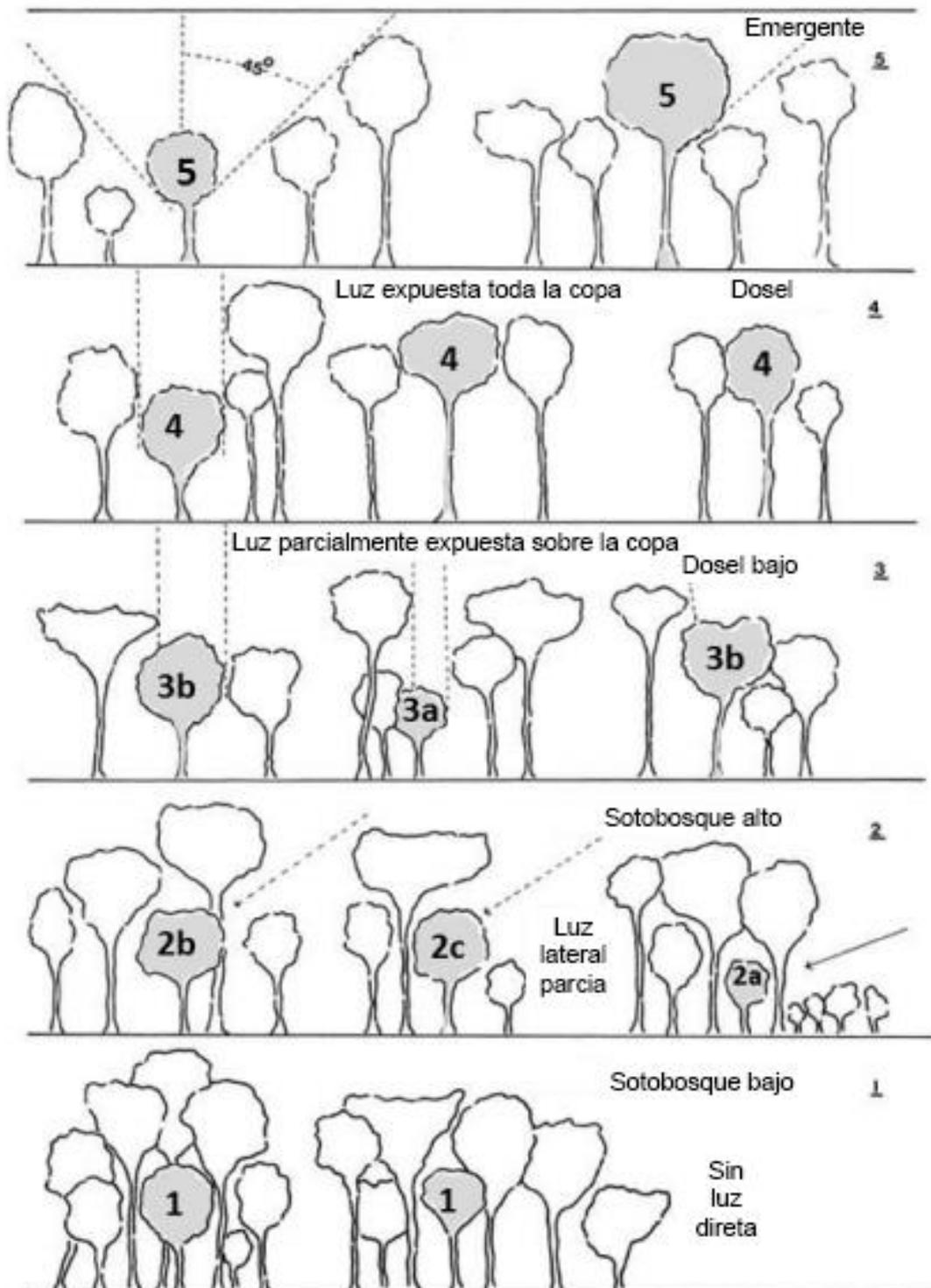


Figura tomada de Synnott, T.J. (1979). Synnott, T.J. (1979). A manual of permanent plot procedures for tropical rainforests. Tropical Forestry Papers no. 14. 67pp. Department of Forestry Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford. UK. ISBN:0 85074 031 2. ISSN:0141-9668.

## **Apéndice 4 - Códigos para el Trabajo de Campo y para la Base de Datos para Lianas**

**FLAG 1: CONDICIÓN DE LA LIANA VIVA (Si la liana está muerta, escriba “0” en esta columna)**

- a=** Viva normal, este código no debe utilizarse con otros códigos, a no ser que la liana sea un recluta.
- b=** Viva, tallo partido y con rebrotes, o por lo menos hay floema/xilema vivo. Anote en la columna de comentarios a qué altura la liana está partida.
- c=** Viva, inclinada  $\geq 10\%$ . El código de inclinada no debe ser utilizado con el código de caída 'd'.
- d=** Viva, caída (por ejemplo: sobre el suelo)
- e=** Viva, liana “acanalado” y/o “fenestrado”
- f=** Viva, hueca
- g=** Viva, podrida
- h=** Liana con troncos múltiples, por ejm. 2 o más troncos con más de 99mm de diámetro máximo, ramificando debajo de 1.3m de altura. Cada tallo con más de 99mm recibe un número único. Deberá ser siempre acompañado por otro código – por ejm., si una liana esta inclinada y con troncos múltiples, utilice 'ch'.
- i=** Viva, sin o con pocas hojas
- j=** Viva, quemada
- k=** Viva, partida
- l=** Viva, con liana  $\geq 10\text{cm}$  de diámetro en el tronco o en la copa del árbol
- m=** Cubierta por lianas. Se utiliza cuando al menos el 50% de la copa del árbol está cubierta por lianas, aun cuando ninguna liana individual alcance 10cm de diámetro.
- n=** Nuevo recluta. Se utiliza siempre con otro código - por ejm., si la liana es normal y nueva, entonces utilice el código 'an'; si la liana está partida y es un nuevo recluta, el código es 'bn'.
- o=** Dañada por un rayo
- p=** Cortada
- q=** Corteza pelada/suelta, con placas leñosas que se desprenden
- s=** Tiene un estrangulador
- u=** Elíptica
- z=** Viva, con baja productividad (casi muerta)

**Nota:** Los códigos de la Condición de la Liana Viva se pueden utilizar en conjunto en cualquier combinación. La excepción son los códigos: 'a', 'c' y 'd'. Por favor lea las notas cuando utilice estos códigos!

### **Estatus del Árbol Principal Infestado:**

- 1=** Sube a un(os) árbol infestado vivo en la parcela
- 2=** Sube a un(os) árbol infestado muerto en la parcela
- 3=** Sube a un(os) árbol infestado vivo fuera de la parcela
- 4=** Sube a un(os) árbol infestado muerto fuera de la parcela
- 5=** Sube a un(os) árbol infestado

## **FLAG 2: MUERTE DE LA LIANA (Si la liana está viva, escriba "1" en esta columna)**

Todas las lianas muertas tienen dos o tres códigos con letras.

### **1. Mecanismo Físico de Mortalidad (¿Cómo murió la liana?)**

- a=** Muerta en pie
- b=** Quebrada o roto (tronco partido)
- c=** Caída
- d=** Muerta en pie o quebrada, probablemente murió en pie (sin desenraizar)
- e=** Muerta en pie o quebrada, probablemente murió quebrada (sin desenraizar)
- f=** Muerta en pie o quebrada (no desenraizada)
- g=** Quebrada o desenraizada, probablemente desenraizada
- h=** Quebrada o desenraizada, probablemente quebrada
- i=** Quebrada o desenraizada (no en pie)
- k=** Desaparecida (localización encontrada, buscamos la liana, pero no la encontramos)
- l=** Asumida como muerta (localización de la liana no encontrada, por ejm. por problemas como falta de coordenadas, mapas pobres, etc.)
- m=** No se sabe cómo murió

### **2. Número de Árboles en el Evento de Mortalidad**

- p=** Murió solo
- q=** Murió en un evento de muertes múltiples
- r=** No se sabe

### **3. Proceso de como Mato o como Fue Matada la liana**

- j=** Antropogénica
- n=** Quemada
- o=** Rayo
- s=** No se sabe si fue muerta o si mató
- t=** Matada con árbol infestado, que a liana mató
- u=** Matada con árbol infestado, no se sabe más
- v=** Matada con árbol infestado, que murió quebrado
- w=** Matada con árbol infestado, que murió desenraizado
- x=** Matada por ramas caídas del árbol infestado muerto
- y=** Matada por ramas caídas del árbol infestado vivo
- 4=** Matado en competencia con un(a) estrangulador / liana [la liana murió en pie]
- 5=** Cayó del árbol infestado vivo sin daños

**Nota:** Seleccione un código de cada una de las categorías. Por ejm. la liana muerta que esta caída, murió sola y fue muerta por ramas caídas del árbol anfitrión vivo: '**cpy**'. En el caso de muertes múltiples, el número de las lianas muertas deben ser registradas en la **columna de comentarios**. En el caso de lianas quebradas, la altura de la ruptura debe ser registrada en la **columna de comentarios**.

## **FLAG 3: TÉCNICA DE MEDICIÓN**

- 0=** Medición normal, con cinta métrica
- 3=** Estimada
- 5=** Desconocida
- 6=** Calibrador
- 7=** Media Geométrica (dimensiones máx. y mín.)

## **FLAG 4: MANEJO DE DATOS POSTERIOR AL CAMPO**

- 0=** Medición normal, sin modificación retrospectiva
- 1=** Medición extrapolada a partir de mediciones del mismo tipo de diámetro
- 2=** Medición corregida debido a un error tipográfico
- 3=** Interpolada de mediciones del mismo diámetro
- 4=** Mediciones estimadas usando la tasa de crecimiento media
- 7=** Tasa de crecimiento considerada nula
- 8=** Otra transformación - vea notas/ alteración de los datos no explícita
- 9=** Extrapolada usando relación de diámetros de censos posteriores
- 10=** Extrapolado usando proporción media de los diámetros del taxón

**Nota:** Sólo una técnica de medición y un código de manejo de datos posterior al campo (Flag 4) deben ser seleccionados para cada liana y cada diámetro debe tener una técnica de medición y un tipo de diámetro.

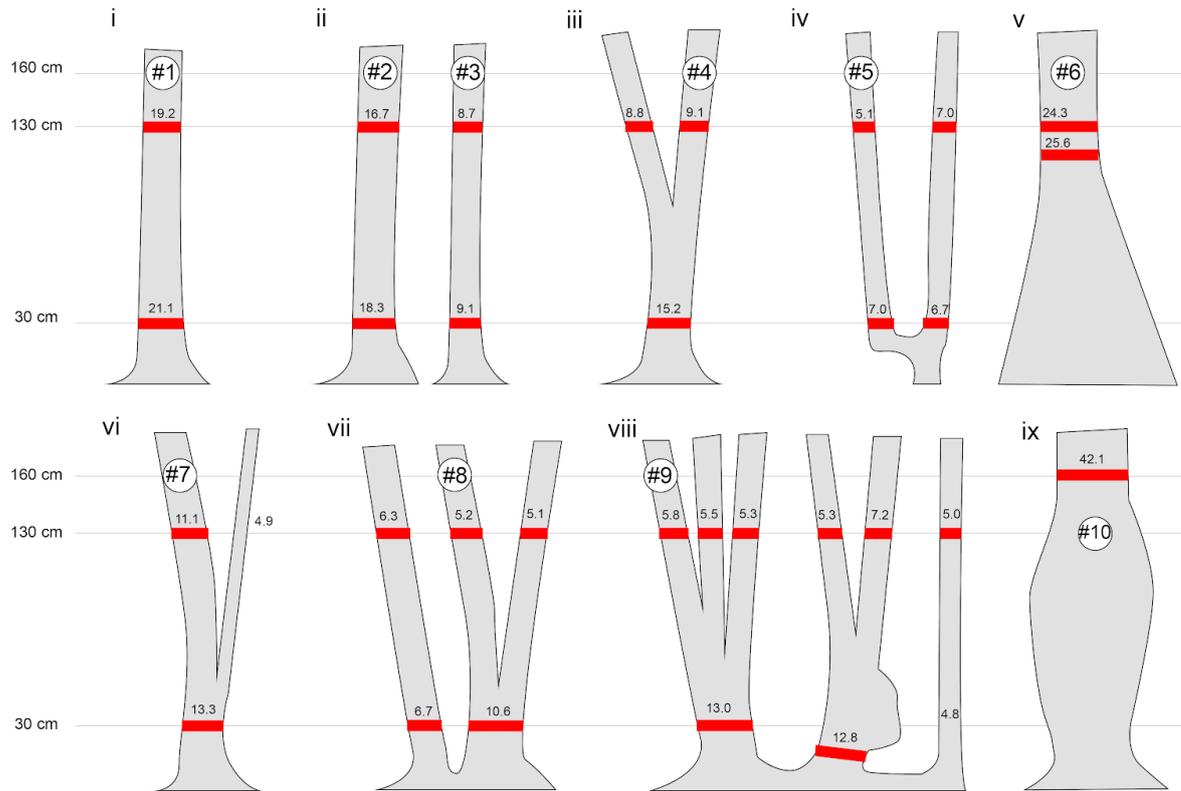
**Comentario:** Todo lo demás! Si la liana está fuera de la parcela, escriba en los comentarios, pero no en los datos del censo.

## Apéndice 5 - Etiqueta de muestra mínimo

<b>FLORA OF BRAZIL</b>	← Pais señalado de forma notoria
<b>ROYAL BOTANIC GARDEN (E)</b>	← Institución patrocinadora
<hr/>	
<b>Family: ANNONACEAE</b>	← Familia (si se conoce)
<i>Annona leptopetala</i> (R.E.Fr.) H.Rainer	← Género, especie y autor (si se conoce)
<b>Locality:</b> Brazil, Bahia State, Caetité Municipality	← Incluye el país y las unidades administrativas
c.2.5 km NW of BA-156 from Caetité to Brejinho das Ametistas, reached via windfarm access road.	← Descripción corta y clara de cómo llegar a la parcela, incluyendo el nombre del poblado más cercano
14° 13' 30" S, 42° 31' 37" W (WGS84), 889m.	← Coordenadas de GPS y altitud de la parcela
<b>Plot Code and Tree Number:</b> CAE-01: Tag #302	← Código único de la parcela y número de la placa del árbol del cual fue tomada la muestra
<b>Name used in plot:</b> Annonaceae sp. 1	← Nombre usado en las hojas de campo de la parcela. Esto es clave para relacionar el espécimen de herbario a todos los individuos de la misma especie en la parcela. Puede ser el nombre de la especie o la morfoespecie.
<b>Habitat:</b> Semideciduous forest with a canopy >10m. Relatively open at ground level, except in treefall gaps. Some large lianas. No CAM layer but occasional shrubs and terrestrial orchids.	← Descripción corta del hábitat, que facilitará el trabajo botánico en la determinación taxonómica
<b>Description:</b> Tree to ca. 4m. Bark brown, rough. Young stems with smooth bark, peeling in strips. Leaves with felty texture and medicinal scent when crushed. Sterile.	← La descripción de la planta debe incluir caracteres útiles para identificación del material que no se mantengan tras el montaje del espécimen de herbario, incluyendo: olor, colores, tamaños, formas, latex, etc..
<b>Associated material collected:</b> Silica dried material for DNA, photographs.	← Detalles de cualquier material relacionado con la colecta de la muestra
<b>Collector:</b> Peter W. Moonlight 641	← Nombre del colector (es) con su respectivo número único de colecta
<b>Det by:</b> Peter W. Moonlight (E) 29 xi 2019	← Nombre del botánico que determinó el material, acrónimo del herbario y fecha de la determinación
<b>Date:</b> 29 iii 2017	← Fecha en que la muestra fue colectada

Ejemplo de etiqueta de herbario con la información mínima necesaria para los especímenes colectados en las parcelas. Sabemos que muchos herbarios tendrán una forma, tamaño y diseño definidos, y las etiquetas deben prepararse en el formato del herbario que acordó aceptar el material de la parcela. Este ejemplo de etiqueta corresponde al diseño sugerido por el Real Jardín Botánico de Edimburgo, y se proporciona para mostrar los datos mínimos que deben incluirse en la etiqueta. Nota: la localidad, las coordenadas GPS, la altitud y la descripción del hábitat pueden ser las mismas para cada colección realizada en la parcela.

## Apéndice 6 - Árboles complejos



Census Date: 2 xii 2019					Field Team: Carlos Rodriguez, Bridgette Morales, John Smith, Sally Jones (Botanist)															
Tag No	Stem	T1	X	Y	Family	plot identification	D	POM1300	Extra D	Extra POM 300	Flag1	Flag2	Flag3	Flag4	Flag5	LI	CI	Height	Voucher code	Notes
1	-	1	3	1	Annonaceae	Annonaceae sp. 1	19.2	-	21.1	-	a	1	0	0	1	0	4	9.5	PWM 1302	
2	-	1	3	2	Annonaceae	Annonaceae sp. 1	16.7	-	18.3	-	b	1	0	0	1	1	3a	5	-	Broken at 5m
3	-	1	3.2	2	Annonaceae	Annonaceae sp. 1	8.7	-	9.1	-	a	1	0	0	1	1	3b	6	-	
4	a-i	1	4	3	Annonaceae	Annonaceae sp. 1	9.1	-	15.2	-	h	1	0	0	1	0	1	3.5	-	
-	a-ii	-	-	-	-	-	8.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	a	1	5	3	Annonaceae	Annonaceae sp. 1	5.1	-	7	-	h	1	0	0	1	2	2a	5.5	-	
-	b	-	-	-	-	-	7	-	6.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Stem diameter larger above
6	-	1	5.5	3	Leguminosae	Dalbergia sp. 1	24.3	-	25.6	115	a	1	0	0	1	1	5	16.5	PWM 1303	
7	-	1	6	3	Annonaceae	Annonaceae sp. 1	11.1	-	13.3	-	a	1	0	0	1	2	2c	7.6	-	
8	a-i	1	8	2	Annonaceae	Annonaceae sp. 1	5.2	-	10.6	-	h	1	0	0	1	1	4	8	-	
-	a-ii	-	-	-	-	-	5.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	b	-	-	-	-	-	6.3	-	6.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	a-i	1	9	1	Combretaceae	Terminalia sp. 1	5.8	-	13	-	h,m	1	0	0	1	4	2b	6.5	PWM 1304	
-	a-ii	-	-	-	-	-	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	a-iii	-	-	-	-	-	5.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	b-i	-	-	-	-	-	7.2	-	12.8	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	b-ii	-	-	-	-	-	5.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	c	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Stem diameter larger above
10	-	1	10	5	Bombacaceae	Ceiba sp. 1	-	-	42.1	160	a	1	0	0	1	2	5	19	PWM 1305	Stem deformed <155 so only one diameter taken. Tag at 130 cm

Ejemplos de árboles complejos y su correspondiente hoja de campo diligenciada