

Manual de muestreos cuantitativos de Carbono para Bosques y Selvas

Versión 2.0

julio de 2022

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	8
<i>Contenido y captura de carbono en la vegetación</i>	10
<i>Almacenes de carbono en las comunidades vegetales</i>	10
2. INVENTARIO DE CARBONO	13
a. Transparencia	13
b. Consistencia	13
c. Comparabilidad	13
d. Integridad	13
e. Precisión	13
f. Personal para trabajo de campo del Inventario Carbono+	13
g. Nomenclatura de las parcelas	14
h. Forma y tamaño de las parcelas de medición de carbono	18
.....	18
i. Punto central	19
j. Delimitación de las Parcelas Concéntricas de Muestreo	20
k. Registro de datos y toma de muestras	26
l. Variables de medición para almacenes de Carbono	27
3. MÉTODOS	27
<i>FORMATO 0. Información general del predio</i>	28
A. INFORMACIÓN GENERAL DEL PREDIO	28
B. CARACTERIZACIÓN DEL CAFETAL	28
<i>FORMATO 1. Información de la parcela de muestreo de carbono, referencia, vegetación menor y combustibles</i>	31
A. INFORMACIÓN DE LA PARCELA CARBONO+	31
B. REFERENCIA DE UBICACIÓN DEL CENTRO DE LA PARCELA	32
C. REGISTRO DE VEGETACIÓN MENOR Y COBERTURA DEL SUELO(CUADRO DE 1 m²)	32
D. TRANSECTOS DE COMBUSTIBLES	33
<i>FORMATO 2. Registro de información de mantillo y suelo</i>	39
A. MUESTREO DE DAP (DENSIDAD APARENTE) EN EL PUNTO 0 POR METODO DEL CILINDRO	39
B. PROFUNDIDAD TOTAL DEL SUELO (SITIO DAP)	40
C. CAPAS DE HOJARASCA (HO) Y FERMENTACIÓN (F)	40
D. LEVANTAMIENTO DE MUESTRAS DE SUELO	42

FORMATO 3. Registro de información de herbáceas (1 m²)	43
A. REGISTRO DE PESOS DE BIOMASA DE HERBACEAS	43
FORMATO 4. Registro de repoblado/arbustos (círculo 12.56 m²)	44
A. ARBOLES Y ARBUSTOS	44
FORMATO 5. Datos de plantas leñosas (círculo de 400 m²)	45
A. ARBUSTOS CON ALTURA TOTAL ≥ 1 m	45
B. ÁRBOLES CON DN ≥ 7.5 cm	48
FORMATO 6. Datos de plantas leñosas (círculo de 1000 m²)	49
A. ÁRBOLES CON DN ≥ 40 cm	49
FORMATO 7. Tipos funcionales de plantas y especies	49
FORMATO 8. Fotografías para medir de la cobertura vegetal	49
Entrega de inventario de almacenes de Carbono	50
3. LITERATURA CITADA	51
4. APÉNDICE 1. COMPENSACIÓN DE ÁNGULO PORDECLINACIÓN MAGNÉTICA.	53
5. APÉNDICE 2. COMPENSACIÓN DE DISTANCIAS POR PENDIENTES EN EL TRAZO DE LA PARCELA CARBONO+	54
6. APÉNDICE 3. FORMATOS DE CAMPO.	55
INVENTARIO DE CARBONO	55
FORMATO 0. Información general del predio	55
A. DATOS GENERALES	55
B. CARACTERIZACIÓN DEL CAFETAL	55
C. HISTORIA DEL CAFETAL	56
FORMATO 1. Información de la parcela de Carbono, referencia, vegetación menor y combustibles	57
A. INFORMACIÓN DE LA PARCELA DE CARBONO	57
B. DE LA PARCELA, NOTA: Enterrar la varilla / clavo metálico en el centro	57
C. REGISTRO DE VEGETACIÓN MENOR Y COBERTURA DEL SUELO (CUADRO DE 1m ²)	57
D. TRANSECTOS DE COMBUSTIBLES	57
FORMATO 2. Registro de información de mantillo y suelo	59
A. MUESTREO DE DAP (DENSIDAD APARENTE) EN EL PUNTO 0 POR METODO DEL CILINDRO	59
B. PROFUNDIDAD TOTAL DEL SUELO (SITIO DAP)	59
C. CAPAS DE HOJARASCA (HO) Y FERMENTACIÓN (F)	59
D. LEVANTAMIENTO DE MUESTRAS DE SUELO	60

FORMATO 3. Registro de información de herbáceas (1 m^2).....	60
A. REGISTRO DE PESOS DE BIOMASA DE HERBACEAS	60
FORMATO 4. Registro de repoblado/arbustos (círculo 12.56 m^2)	61
A. ARBOLES Y ARBUSTOS	61
FORMATO 5. Datos de plantas leñosas (círculo de 400 m^2).....	62
A. ARBUSTOS CON ALTURA TOTAL $\geq 1\text{ m}$	62
B. CAFETALES	63
C. ÁRBOLES CON DN $\geq 7.5\text{ cm}$	63
FORMATO 6. Datos de plantas leñosas (círculo de 1000 m^2).....	64
A. ÁRBOLES CON DN $\geq 40\text{ cm}$	64
7. APÉNDICE 3. CRITERIOS PARA MEDIR EL DIÁMETRONORMAL	66
8. APÉNDICE 4. Mediciones de altura con el clinómetro.....	69
9. APÉNDICE 5. Pre-Proceso de muestras colectadas en el muestreo	70
FORMATO DE CONTROL DE PRE-PROCESAMIENTO DE MUESTRAS COMPUESTAS DE SUELO.....	72

Indice de Figuras

Figura 1.	Ciclo del Carbono. Fuente: https://twitter.com/SEMARNAT_mx/status/620685447409332224.....	9
Figura 2.	Almacenes de carbono en las comunidades vegetales: Biomasa viva sobre el suelo, Biomasa viva por debajo del suelo (biomasa de raíces), Biomasa muerta sobre el suelo (árboles muertos en pie, material leñoso caído y tocones), Mantillo (Capas de hojarasca y fermentación) y Carbono Orgánico del Suelo.....	11
Figura 3.	Regionalización del estado de Chiapas	15
Figura 4.	Parcela de muestreo del Inventario Carbono+	18
Figura 5.	Ejemplo de la obstaculización en el marcado de las parcelas.....	19
Figura 6.	Fotografía de GPS en el punto central de la parcela (01).....	20
Figura 7.	División de las parcelas de 400m2 y 1000m2.	21
Figura 8.	Ubicación del centro de la parcela con el GPS.....	21
Figura 9.	Estaca que delimita el centro de las parcelas.....	22
Figura 10.	Cuerdas y banderines que delimitan parcelas y transectos.	22
Figura 11.	Distancias de los límites de las parcelas	23
Figura 12.	Tendido de las cuerdas.	23
Figura 13.	Efecto de la pendiente en la distancia horizontal. Distancia horizontal (a); distancia medida sobre un terreno con pendiente (b); diferencia entre la distancia horizontal y distancia medida sobre el terreno (c).	24
Figura 14.	Inicio de la delimitación de las parcelas.	24
Figura 15.	Colocación de la segunda cuerda	25
Figura 16.	Colocación de la tercera cuerda.....	25
Figura 17.	Colocación de la cuarta cuerda.....	25
Figura 18.	Colocación de las cuerdas auxiliares.....	26
Figura 19.	Delimitación de parcelas y transectos.	26
Figura 20.	Unidades de muestreo de Carbono al interior de la parcela de muestreo	27
Figura 21.	Tipología de cafetales bajo sombra	29

Figura 22.	Fotografía que corresponde al Cuadro de 1m².....	33
Figura 23.	Calibrador para conteo de piezas de combustibles.	34
Figura 24.	Combustibles considerados en la medición	36
Figura 25.	El combustible debe cruzar el transecto para ser medido	36
Figura 26.	Los combustibles cuyo eje central, está paralelo al transecto no son considerados	36
Figura 27.	Ejemplo de señalizador	37
Figura 28.	Fotografía de una parcela de registro de combustibles y a la derecha el diagrama con la ubicación de la señal y la cámara.	37
Figura 29.	Ejemplo de etiqueta de muestra de combustibles.....	38
Figura 30.	Fotografía 05 corresponde al punto DAP cuadro 30*30.....	39
Figura 31.	Cilindro de metal para la toma de muestra de suelo del punto DAP	39
Figura 32.	Ejemplo de etiquetado de las muestras del punto DAP	40
Figura 33.	Fotografías de las unidades de muestreo de mantillo y suelo 1 a 8.	41
Figura 34.	Etiquetado de las colectas de capa de hojarasca y horizonte de fermentación.....	42
Figura 35.	Barrenos para la extracción de suelo en las unidades de muestreo 1 a 8.	42
Figura 36.	Etiquetado de la muestra de suelo de las unidades 1 a 8, muestra del total	43
Figura 37.	Ubicación de los cuadros para el muestro de herbáceas.....	43
Figura 38.	Etiquetado de las colectas de herbáceas.	44
Figura 39.	Registro de repoblado y arbustos al interior del círculo 12.56 m².....	44
Figura 40.	Registro de árboles y arbustos al interior del círculo de 400 m².....	46
Figura 41.	Escalas para evaluar severidad y porcentaje de defoliación en planta.	48
Figura 42.	Registro de árboles ≥ 40 cm.....	49

Índice de Cuadros

Cuadro 1.	Almacenes de carbono-ecosistemas forestales.....	12
Cuadro 2.	Equipo de campo por brigada	14
Cuadro 3.	Elementos del identificador de la parcela del Inventario Carbono+	14
Cuadro 4.	Clave del estado.....	14
Cuadro 5.	Clave de las Regiones	15
Cuadro 6.	Claves de los tipos de vegetación.....	16
Cuadro 7.	Clave del tipo de parcela	18
Cuadro 8.	Historia del cafetal	31
Cuadro 9.	Medición de combustibles de acuerdo con su diámetro y tiempo de retardo.	34
Cuadro 10.	Criterios de clasificación del grado de putrefacción del material orgánico muerto de 1000 horas	35
Cuadro 11.	Criterios de clasificación del grado de putrefacción del material muerto dentro de los 400 m² excepto en el área normal de transectos	35
Cuadro 12.	Códigos para el registro del tipo de mantillo	41
Cuadro 13.	Tipos de daños en árboles y arbustos vivos o causa de muerte.	45
Cuadro 14.	Ejemplo de registro de arbustos en el Caso 1.....	46
Cuadro 15.	Ejemplo de llenado del caso 2 en el formato 4.....	47
Cuadro 16.	Formato para descripción de los cafetos.....	48

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático se definió en la Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (CMNUCC) como un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (IPCC, 2007). Así, la CMNUCC diferencia entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales.

Los científicos, agrupados en el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) mencionan que la influencia humana en el cambio climático es clara, atribuyen la tendencia al calentamiento global observada desde los 1950's a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a emisiones antropogénicas recientes (IPCC, 2014). La alteración en la composición de la atmósfera se debe al incremento de las concentraciones de GEI, entre los que se encuentran el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), los óxidos de nitrógeno, clorofluorocarburos, el vapor de agua, entre otros. El CO_2 y el vapor de agua están regulados por los ciclos globales del carbono (C) y el ciclo hidrológico, respectivamente.

Las actividades humanas han modificado y continúan modificando los flujos naturales del ciclo global de C. El dióxido de carbono es el principal GEI antropógeno de la atmósfera, al contribuir con ~65% al forzamiento radiativo ocasionado por el conjunto de GEI de larga duración, siendo responsable del ~82% del aumento de ese forzamiento en los últimos 10 años y de ~83% en los últimos 5 (OMM, 2017). Su concentración alcanzó un nuevo valor máximo en 2018, a saber, de 407,8 ppm o, lo que es lo mismo, el 147 % del nivel preindustrial en 1750 (OMM, 2019).

El ciclo global del carbono es considerado como el almacenamiento y flujo entre cuatro grandes depósitos o sumideros interconectados: la atmósfera, la biosfera terrestre (vegetación y suelos, principalmente), los océanos (incluyendo los sedimentos marinos) y el geológico (reservas de combustibles fósiles: gas, petróleo y carbón mineral). Se entiende como fuente de carbono al flujo que se da de la biósfera, hidrósfera y litósfera a la atmósfera, es decir, cuando un proceso es capaz de liberar a la atmósfera más carbono del que puede almacenar (Pardos, 2010). Un almacén o sumidero es definido por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, como: cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe o remueve un GEI, un aerosol o un precursor de un GEI. En el ciclo del C se establece un balance entre las fuentes de emisión y los almacenes (Figura 1).

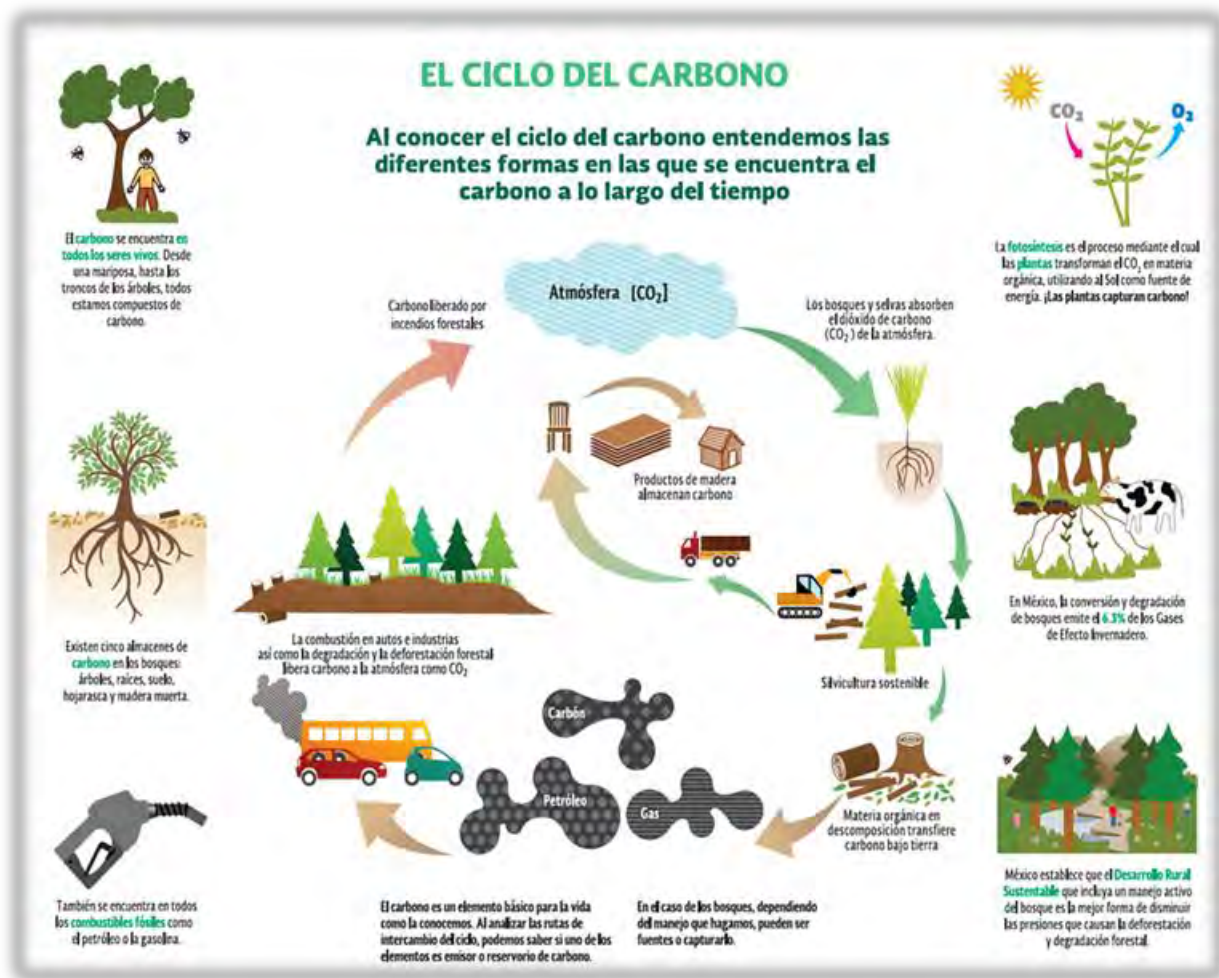


Figura 1. Ciclo del Carbono. Fuente:

https://twitter.com/SEMARNAT_mx/status/620685447409332224.

Todos los almacenes están interconectados, por lo que existen diversos flujos entre ellos. Así, el ingreso natural de C a la biósfera es a través del vulcanismo y la disolución de rocas por intemperismo (Stockmann *et al.*, 2013; Ciais *et al.*, 2013). Por otra parte, el ingreso antropogénico de C es de aproximadamente 8.7-8.9 Pg C que se emiten a la atmósfera cada año a nivel mundial (Denman *et al.*, 2007; Lal, 2002; Ciais *et al.* 2013), los cuales se deben principalmente a la quema de combustibles fósiles y producción de cemento (7.8 PG C año⁻¹) y cambio de uso del suelo (1.1 Pg C año⁻¹), de acuerdo a las últimas estimaciones disponibles a nivel mundial publicadas por el IPCC (Ciais *et al.* 2013). Sin embargo; el aumento en la atmósfera ha sido del orden de 3.8 Pg C año⁻¹ (tasa de incremento en el año de 2005, Denman *et al.*, 2007) a 4.0 Pg C año⁻¹ (tasa de incremento en el año de 2009, Ciais *et al.* 2013), la diferencia es atribuible a la importante capacidad reguladora de los depósitos de C de la biósfera (Le Quéré *et al.*, 2009), principalmente el océano y los ecosistemas terrestres.

La dinámica de los ecosistemas terrestres depende de las interacciones entre diversos ciclos biogeoquímicos, particularmente el ciclo del C, los ciclos de nutrientes y el ciclo hidrológico, todos los cuales pueden resultar modificados por las actividades humanas. Los sistemas ecológicos de la Tierra, por medio de los cuales el C queda retenido en la biomasa viva, en la materia orgánica

en descomposición y en el suelo, desempeñan un papel importante en el ciclo global de C (IPCC, 2007). Se tiene evidencia de que en la década de los noventa aumentaron las emisiones de C a la atmósfera debido al cambio de uso de suelo (Houghton, 2003).

El ciclo del carbono involucra dos procesos: el biológico, en donde este elemento circula entre la materia orgánica mediante la fotosíntesis y la respiración; y el geoquímico, en donde circula en la hidrósfera, atmósfera y litósfera (Jaramillo, 2004). La funcionalidad de los ecosistemas terrestres se ha visto rebasada en los últimos 200 años por un desbalance en el ciclo del C, reflejado en el incremento del CO₂ atmosférico de 280 a 379 partes por millón en 2005. Las causas principales de este incremento son el uso de combustibles fósiles y el cambio en el uso de suelo (IPCC, 2007).

México presenta características propicias para promover la conservación y el manejo de los bosques naturales, la reforestación y el estímulo para la creación de sistemas agroforestales, actividades que se observan como alternativas para mitigar las emisiones de GEI. De acuerdo con Trejo y Hernández (2005), el 69.7 % de la superficie del territorio nacional tiene cobertura vegetal de los cuales el 17.3 % son bosques, el 15.8 % son selvas, el 29.9 % es matorral xerófilo, el 6.3 % es pastizal y el 0.5 % es vegetación hidrófila.

Contenido y captura de carbono en la vegetación

El CO₂ se almacena en la biomasa vegetal, por consiguiente, la vegetación actúa como sumidero de carbono y contribuye a reducir las concentraciones de CO₂ atmosférico (Brown, 2010). Asimismo, los bosques pueden actuar como fuentes de carbono cuando son perturbados (deforestaciones, incendios, enfermedades, etc.), ya sea de manera natural o por actividades humanas (Rojo *et al.*, 2003; Brown, 2010).

El contenido de carbono es un término que se refiere al carbono almacenado en la biomasa por efecto de la incorporación de este elemento durante la fotosíntesis, por lo tanto, la cantidad de carbono almacenado es proporcional a la biomasa (McPherson, 1998; Aguaron y McPherson, 2012).

Mientras que la captura de carbono corresponde al flujo que va de la atmósfera a la vegetación en una temporada de crecimiento, es decir, la tasa anual de carbono almacenado (McPherson, 1998; Aguaron y McPherson, 2012).

La captura de carbono depende del contenido inicial de carbono, las tasas de crecimiento, la edad y condición del rodal (los individuos jóvenes tienden a retener el carbono a tasas más altas en comparación con los árboles maduros), y la vida útil del árbol (una vez que muere el carbono es liberado a la atmósfera) (Andreu *et al.*, 2009; Stoffberg *et al.*, 2010). Asimismo, la cantidad de carbono absorbido y almacenado depende de las condiciones del sitio, de la composición de especies y de su estructura, del clima, del tipo manejo, así como del ecosistema y los tipos de vegetación presentes (Pardos, 2010)-

Almacenes de carbono en las comunidades vegetales

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) define cinco almacenes de carbono presentes en las comunidades vegetales (Figura 2) (IPCC, 2003).

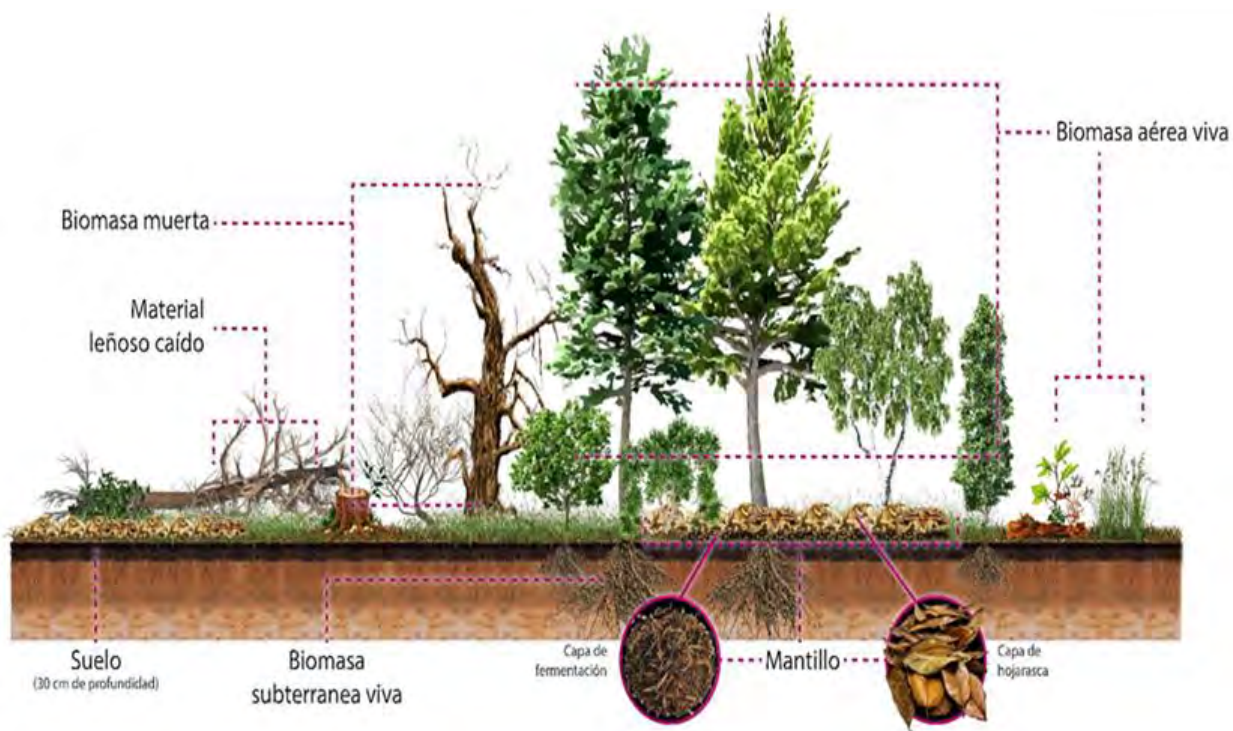


Figura 2. Almacenes de carbono en las comunidades vegetales: Biomasa viva sobre el suelo, Biomasa viva por debajo del suelo (biomasa de raíces), Biomasa muerta sobre el suelo (árboles muertos en pie, material leñoso caído y tocones), Mantillo (Capas de hojarasca y fermentación) y Carbono Orgánico del Suelo.

En el Cuadro 1 se muestran las características específicas de cada almacén de carbono en ecosistemas forestales y agroforestales de acuerdo a la Guía de buenas prácticas del IPCC (IPCC, 2003).

Cuadro 1. Almacenes de carbono-ecosistemas forestales.

Almacén	Definición	Compartimentos	Observaciones
Biomasa viva sobre el suelo	Toda la biomasa viva que se encuentra sobre el suelo, con inclusión de tallos, ramas, corteza, semillas y follaje.	1.- Arbóreo 2.- Arbustivo 3.- Herbáceo	Se estima el contenido de C en los tres estratos
Biomasa viva debajo del suelo	Toda la biomasa de raíces vivas. A veces se excluyen raíces finas de menos de (sugerido) 2 mm de diámetro porque con frecuencia no se pueden distinguir empíricamente de la materia orgánica del suelo o mantillo.	Único	Se estima el contenido de C solo en el estrato arbóreo
Carbono orgánico del suelo (COS)	Comprende el carbono contenido en la materia orgánica del suelo a una profundidad de 30 cm. Las raíces finas vivas se incluyen con la materia orgánica del suelo cuando no pueden distinguirse empíricamente de ella.	Único	Se elimina la fracción gruesa (partículas con diámetro superior a 2 mm)
Mantillo	Comprende toda la biomasa no viva con un diámetro inferior a 7.5 cm, que yace muerta, en varios estados de descomposición sobre el suelo. Comprende las capas de detritus, fúmica y húmica.	1.- Hojarasca (detritus) 2.- Capa de fermentación	En el mantillo se incluye el material leñoso caído con diámetro inferior a 7.5 cm y hojarasca (horizonte O _i), principalmente. En la capa de fermentación se incluyeron los horizontes intermedio (O _e) y húmico (O _a)
Madera muerta	Comprende toda la biomasa boscosa no viva, no contenida en el mantillo, ya sea en pie, superficial o en el suelo.	1.- Árboles muertos en pie 2.- Tocones 3.-Material Leñoso Caído	La madera muerta comprende la que se encuentra en la superficie, raíces muertas, tocones y árboles muertos en pie de 7.5 cm de diámetro o más

2. INVENTARIO DE CARBONO

El inventario de Carbono incluye la evaluación de servicios ecosistémicos de almacenamiento de carbono, hídrico y biodiversidad de plantas vasculares. El inventario de Carbono está orientado a evaluar la dinámica del carbono a través de cronosecuencias siguiendo un gradiente de perturbación.

El inventario de Carbono propuesto está apegado a criterios de la CMNUCC para la estimación y reporte de los inventarios de emisiones de GEI:

a. Transparencia

Todas las hipótesis y metodologías utilizadas en el inventario deben ser explicadas claramente y documentadas de forma apropiada, de tal forma que cualquiera pueda verificar que sean correctas.

b. Consistencia

Un inventario debe ser internamente consistente en todos sus elementos en relación a los inventarios de otros años. Un inventario es consistente si los mismos conjuntos de datos y metodologías son usados a lo largo del tiempo. Bajo ciertas circunstancias, las estimaciones usando diferentes metodologías para diferentes años pueden ser consideradas consistentes si pueden ser calculadas de forma transparente.

c. Comparabilidad

Las estimaciones de emisiones deben ser comparables entre las partes (países participantes en la CMNUCC). Para este propósito, las partes deben seguir las metodologías y formatos estándares del IPCC (2003).

d. Integridad

Los estimados deben incluir todas las categorías de uso del suelo acordadas y todos los almacenes de carbono.

e. Precisión

Las estimaciones no deben estar arriba o abajo del valor verdadero de tal forma que puedan ser evaluadas y que las incertidumbres puedan ser reducidas cuando eso es práctico. Deben usarse las metodologías apropiadas de acuerdo con las guías de buenas prácticas del IPCC (2003, 2006), para promover que las estimaciones en los inventarios no sean sesgadas y paracuantificar las incertidumbres a fin de mejorar los inventarios futuros.

f. Personal para trabajo de campo del Inventario Carbono+

El inventario Carbono+ será desarrollado por una brigada de campo conformada por tres personas, un especialista en levantamientos de Carbono, un especialista en Botánica y un ayudante en general.

La brigada deberá preparar el material previo a la salida de campo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Equipo de campo por brigada

Material		
Camioneta	GPS	Brújula y Clinómetro
Laptop		Disco duro externo
Cámara digital	Cámara digital fotográfica con batería	
Lupa		
	Báscula 5000 g, precisión de 1 g y baterías	Cilindro para densidad aparente de 2" de diámetro
Línea de 1.30 m para suelo	Barreno de gusano	Barreno de tubo
Cinta diamétrica de 5 m	Cinta métrica de 5 m	Cinta métrica de 30 m
Marro de acero y pala recta	Vernier de metal con estuche	Regla graduada de metal
Cuadro de PVC de 1m2 pintado de color naranja	Cuadro de PVC de 30x30 cm pintado de color naranja	Set de tubos y triángulo para fotografías
Prensas botánicas y piola	Tijeras para colecta de especies	Estufa de secado
Cuerda compensada de 25 m	Varillas permanentes	Varillas con banderas de colores y estacas de madera
Tablas numeradas y listones	Machete, serrucho, espátula con mango y lima de metal	Formatos cuantitativos y semicuantitativos (por juego)
Mochila de campo	Tabla de apoyo	Etiquetas preimpresas
Bolsas de plástico de 15x20 cm, 20x30 cm, 50x70 cm y 1 m	Cintas masking-tape y diurex	Marcador permanente negro, lápices y sacapuntas

g. Nomenclatura de las parcelas

Las parcelas serán nombradas con un identificador único, construido a partir de claves similares para todas las parcelas. El identificador está conformado por doce elementos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Elementos del identificador de la parcela del Inventario Carbono+

ESTADO		REGION		TIPO DE VEGETACIÓN			PARCELA			TIPO	

El identificador se escribe de izquierda a derecha; los dos primeros dígitos corresponden al Estado. De conformidad con el Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Clave del estado	
Clave	Estado
07	Chiapas

Los siguientes dos dígitos corresponden a la región. El Estado de México considera la regionalización de Chiapas (ver Cuadro 5 y Figura 3). Las regiones de Chiapas corresponden a la delimitadas de los municipios (derecha de la Figura 3), por facilidad de regionalización.

Cuadro 5. Clave de las Regiones

Clave	Región
01	Selva maya
02	Selva zoque
03	Depresión central
04	Llanura costera
05	Soconusco
06	Montañas del norte
07	Los altos
08	Sierra madre

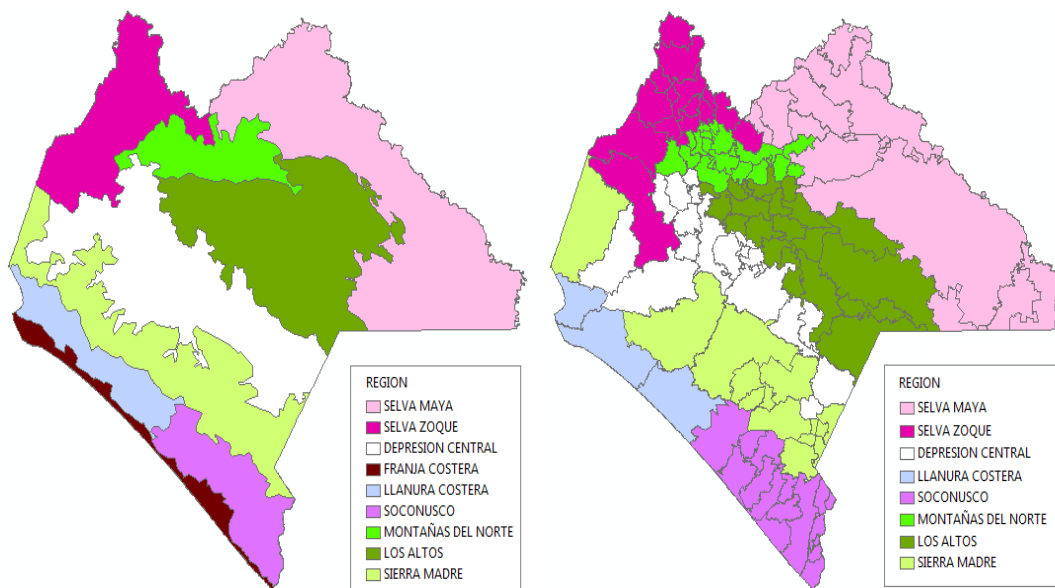


Figura 3. Regionalización del estado de Chiapas

Los siguientes tres dígitos corresponden al tipo de vegetación. El primer dígito es la clave de Estratificación para el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) de CONAFOR. Los siguientes dos corresponden a la clave de Clases de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI. Se incluyeron otros usos de suelo no considerados en la clasificación señalada (Cuadro 5).

Adicionalmente, los nombres de los integrantes de la brigada (especialista en carbono y el auxiliar) son escritos en el formato de campo, así como la fecha y hora de la recopilación de información.

Cuadro 6. Claves de los tipos de vegetación

Clave	Nombre	Clave	Nombre
1	Bosque	0 1	Bosque de ayarín
		0 2	Bosque de cedro
		0 3	Bosque de oyamel
		0 4	Bosque de pino
		0 5	Bosque de pino-encino
		0 6	Bosque de encino
		0 7	Bosque de encino - pino
		0 8	Bosque mesófilo de montaña
		0 9	Bosque de galería
		1 0	Bosque cultivado
		1 1	Bosque inducido
2	Selva	1 2	Selva alta perennifolia
		1 3	Selva alta subperennifolia
		1 4	Selva mediana perennifolia
		1 5	Selva mediana subperennifolia
		1 6	Selva baja perennifolia
		1 7	Selva mediana subcaducifolia
		1 8	Selva baja subcaducifolia
		1 9	Selva mediana caducifolia
		2 0	Selva baja caducifolia
		2 1	Selva baja espinosa
		2 2	Selva baja subperennifolia
		2 3	Selva de galería
		2 4	Petén
3	Comunidades y áridas semiáridas	2 5	Matorral de coníferas
		2 6	Bosque de táscate
		2 7	Matorral subtropical
		2 8	Mezquital (MKE)
		2 9	Mezquital (MK)
		3 0	Matorral submontano
		3 1	Matorral espinoso tamaulipeco
		3 2	Matorral sarcocaulé
		3 3	Matorral sarco-crasicaule
		3 4	Matorral sarco-crasicaule de neblina
		3 5	Chaparral
		3 6	Mezquital (MKX)
		3 7	Matorral crasicaule
		3 8	Matorral desértico micrófilo
		3 9	Matorral desértico rosetófilo
		4 0	Matorral rosetófilo costero
		4 1	Vegetación de desierto arenosos
		4 2	Vegetación de dunas costeras
		4 3	Vegetación gipsófila
		4 4	Vegetación halófila
		4 5	Vegetación halófila hidrófila
		4 6	Vegetación de galería
4	Manglar	4 7	Manglar
5	Palmar	4 8	Palmar natural
		4 9	Palmar inducido
6	Comunidades subacuáticas	5 0	Popal
		5 1	Tular
7	Agricultura	5 2	Agricultura de temporal

	5	3	Agricultura de riego
	5	4	Agricultura de humedad
	5	5	Agricultura nómada
	5	6	Plantaciones de frutales
8	5	7	Pastizal natural
	5	8	Pastizal halófilo
	5	9	Pastizal gipsófilo
	6	0	Pastizal de alta montaña (zacatonal alpino)
	6	1	Pastizal inducido
	6	2	Pastizal cultivado
	6	3	Vegetación sabanoide
	6	4	Sabana
9	6	5	Áreas sin vegetación aparente (dunas continentales, erosión)
	6	6	Áreas desprovistas de vegetación (efecto humano)
	6	7	Urbano

Los siguientes cuatro dígitos corresponden al número de la parcela, este tendrá que ser consecutivo para cada región (0001, 0002, 0003,). El último cuadro corresponde al tipo de parcela (Cuadro 7).

Cuadro 7. Clave del tipo de parcela

Clave	Tipo de parcela
C	Cuantitativa
S	Semicuantitativa

h. Forma y tamaño de las parcelas de medición de carbono

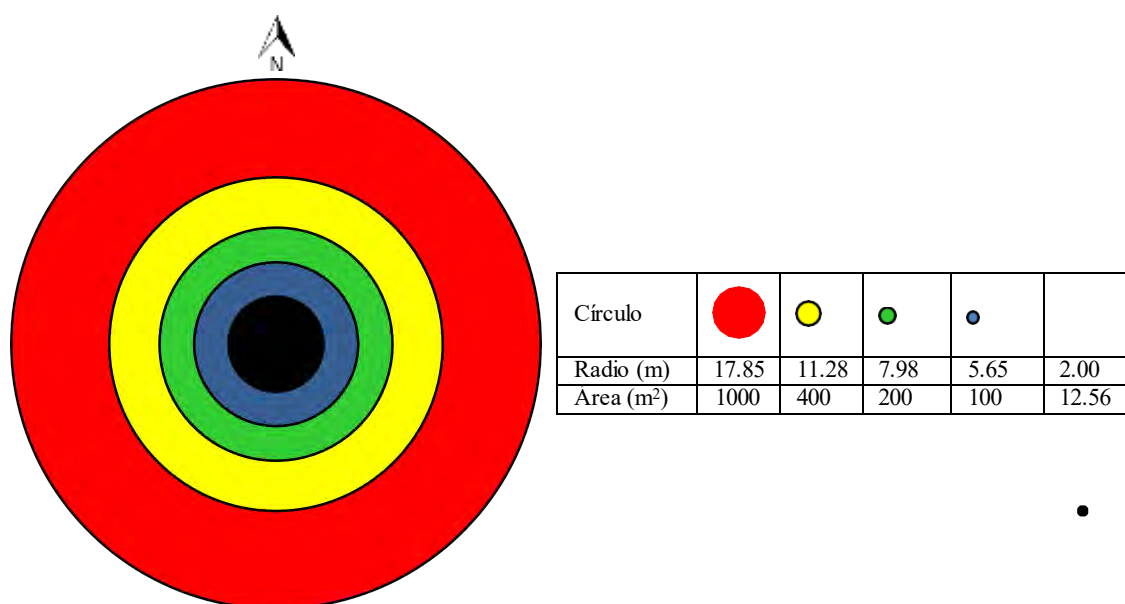


Figura 4. Parcela de muestreo del Inventario Carbono+

La parcela de medición en el Inventario de Carbono es de forma circular. Cubre una superficie de 1000 m². Está conformada a su vez por cinco círculos concéntricos. En la Figura 4 se presenta la parcela de Carbono (y Biodiversidad). Para el caso del Inventario de Carbono solo se utilizan las superficies de 12.56, 400 y 1000 m² para marcado. Si se realiza el Inventario de Biodiversidad es necesario marcar las superficies de 100 y 200 m².

El círculo rojo cubre la superficie total de la parcela (1000 m²), el radio del círculo mide 17.85 m, este círculo será utilizado en los inventarios de Carbono, Biodiversidad. El círculo amarillo cubre una superficie de 400 m², el radio del círculo mide 11.28 m y será utilizado en los inventarios de Carbono y Biodiversidad. El círculo verde abarca un área de 200 m², el radio mide 7.98 m, será utilizado para el inventario de Biodiversidad. El círculo azul cubre una superficie de 100 m², su radio mide 5.6 m, será utilizado para el inventario de Biodiversidad. El círculo negro abarca un área de 12.56 m², tiene un radio de 2.0 m y será utilizado en el inventario de Carbono y Biodiversidad.

i. Punto central

El GPS se configura con tipo de coordenadas UTM y datum WGS84. La brigada deberá cargar previamente la coordenada al GPS, también es necesario que se apoye en material cartográfico.

Se deberá guiar al punto central de cada parcela de muestreo y acercarse lo más posible, teniendo en cuenta dos requisitos básicos:

- a) localizar la perturbación mínima (o perturbación extrema del paisaje en algunos casos)
- b) que no existan construcciones o vías de comunicación a menos de 600m de las parcelas.

Es probable que al tratar de ubicar el punto central exista algún obstáculo (cuerpo de agua, barranca, roca o árbol de gran tamaño, etc.) a un grado tal que imposibilite el ingreso para latoma de mediciones, el punto debe reubicarse (Figura 5).



Centro de la parcela incorrecto



Centro de la parcela reubicado



Centro de la parcela incorrecto



Centro de la parcela reubicado

Figura 5. Ejemplo de la obstaculización en el marcado de las parcelas.

La reubicación del punto central debe reportarse. Se recomienda que se ubique donde las condiciones topográficas no interfieran con la señal de los GPS, a efecto de tomar con la mayor exactitud las lecturas de longitud y latitud.

Una vez ubicado el punto central se captura una fotografía con la cámara digital del equipo GPS

en la que aparezca claramente la carátula del mismo con los datos de ubicación y la condición de la vegetación de fondo. Esta fotografía será nombrada con el identificador de la parcela y el sufijo 01 (Figura 6).



Figura 6. Fotografía de GPS en el punto central de la parcela (01)

Al mismo tiempo se coloca la varilla metálica de por lo menos 20cm de longitud por 2.5 cm de diámetro en el centro de la parcela, con el apoyo de una estaca de madera para una mejor visualización del centro de la parcela.

Las cuerdas tendrán un metro extra, a fin de que sirva para atar la cuerda a la estaca del punto central de la parcela. La primera de las cuerdas se tira hacia el Norte geográfico (de preferencia la cuerda roja).

El Apéndice 1 explica el proceso de compensación por declinación magnética, debido a que las brújulas están orientadas al norte magnético y el norte útil en los procesos de análisis cartográfico es el norte verdadero.

j. Delimitación de las Parcelas Concéntricas de Muestreo

En esta sección se describe el establecimiento de un sitio de muestreo circular con sus respectivas sub-parcelas. Para facilitar las mediciones, las parcelas de 400m² y 1000m² constan de ocho subdivisiones (Figura 7).

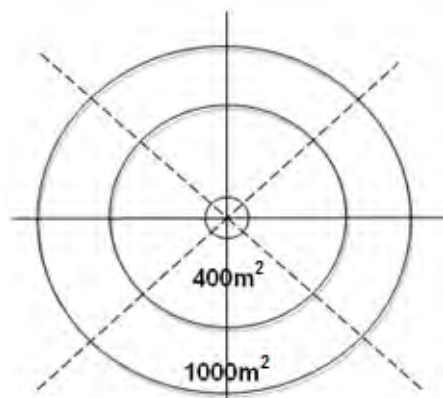


Figura 7. División de las parcelas de 400m² y 1000m².

Para el establecimiento del Sitio de Muestreo y sus subdivisiones se consideran los siguientes pasos:

1. Con las coordenadas de referencia, se ubica el centro del sitio en cuestión y si encuentra un obstáculo, reubique el centro y registre la nueva ubicación con el GPS (Figura 8).

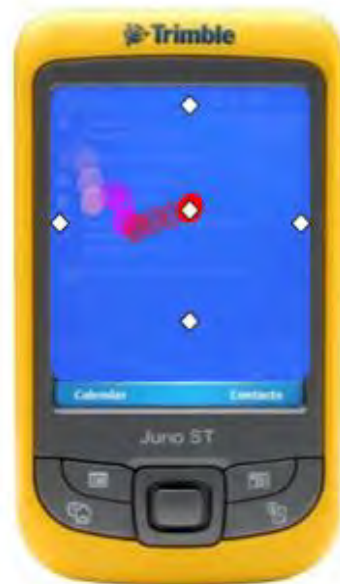


Figura 8. Ubicación del centro de la parcela con el GPS.



Figura 9. Estaca que delimita el centro de las parcelas.

2. En el centro, registrado con el GPS, entierre la varilla metálica y debe apoyarse de una estaca de madera para una mejor visualización del centro de la parcela (Figura 9).

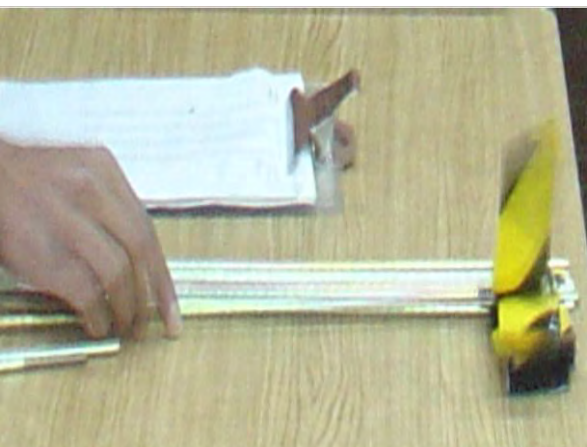


Figura 10. Cuerdas y banderines que delimitan parcelas y transectos.

3. Se debe tener a la mano las ocho cuerdas marcadas y la tabla de compensaciones, así como las banderas que delimitan las parcelas y los transectos (Figura 10).

Las cuerdas deberán estar marcadas de la siguiente manera (Figura 11):

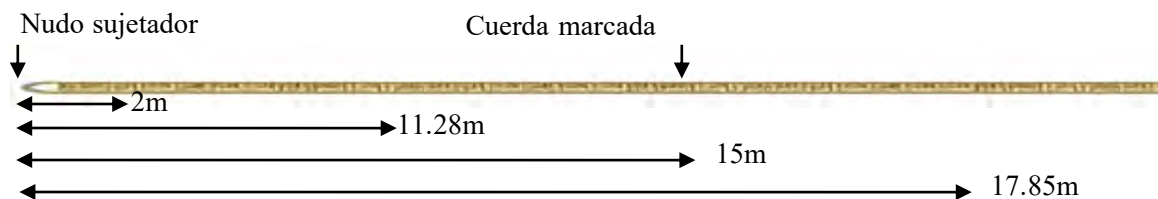


Figura 11. Distancias de los límites de las parcelas

4. En la estaca del centro, sujete las cuerdas por el extremo más cercano a la marca de 2 m (nudo sujetador). Una persona se encargará de dirigir desde el centro, el tendido de los lazos que delimitarán nuestra parcela circular. Debe tener a la mano brújula, clinómetro y una tabla con distancias compensadas (Figura 12).



Figura 12. Tendido de las cuerdas.

Se extienden las cuerdas para delimitar nuestro sitio. En el ejemplo, para 400 m^2 , necesitamos extenderlas a una distancia horizontal de 11.28 m (radio).

Para la unidad de muestreo circular de 1000 m^2 , requerimos una distancia del centro hacia los extremos del sitio en los cuatro puntos cardinales (Norte, Sur, Este y Oeste) de 17.85 m (radio).

La distancia horizontal se ve afectada por la pendiente, por esta razón, es necesario cada vez que se extiende un lazo hacer la compensación de pendiente descrita en el Apéndice 2, Figura 13.



Figura 13. Efecto de la pendiente en la distancia horizontal. Distancia horizontal (a); distancia medida sobre un terreno con pendiente (b); diferencia entre la distancia horizontal y distancia medida sobre el terreno (c).

En el Apéndice 2 se explica también el proceso de compensación por declinación magnética, debido a que las brújulas están orientadas al norte magnético y el norte útil en los procesos de análisis cartográfico es el norte verdadero.

5. El primer lazo se extiende en dirección a donde observemos la pendiente menor (en donde el terreno esté más “plano”), verificamos con el clinómetro. Con ayuda de una cinta métrica se mide hasta la distancia de 17.845 m, compense la distancia de acuerdo con la pendiente. Distribuya la compensación proporcionalmente a cada distancia y coloque su bandera correspondiente. De preferencia use la cuerda roja (Figura 14).

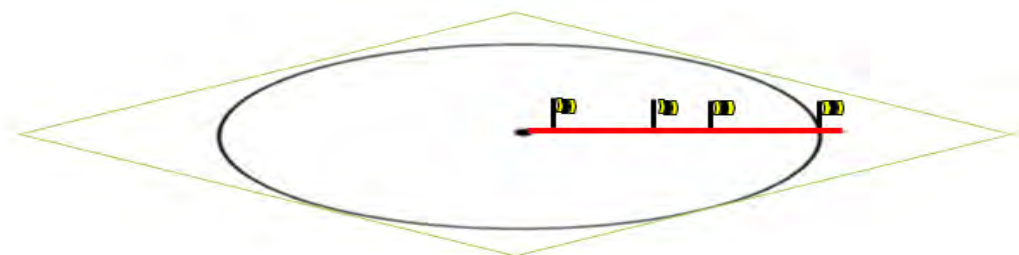


Figura 14. Inicio de la delimitación de las parcelas.

6. Colocada la primera cuerda se toma el rumbo o dirección en la que quedó tendida con nuestra brújula. Esto ayudará a sacar ángulos para poder extender las demás cuerdas y hacer subdivisiones de tamaños iguales.
7. Se extiende la segunda cuerda a 180° con respecto a la primera (Figura 15). Para esto, a la lectura obtenida en la brújula al extender el lazo 1 se le suma 180° . La persona al centro del sitio busca el valor obtenido con la brújula y dirige a la persona que lleva el lazo y la cinta métrica.

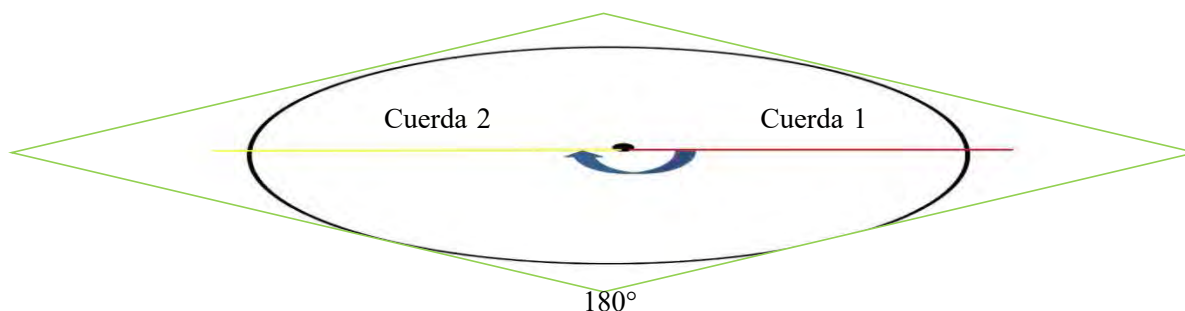


Figura 15. Colocación de la segunda cuerda

8. La tercera cuerda se extiende a 90° de las cuerdas 1 y 2 (Figura 16). Para obtener la dirección, en la brújula se suma 90° a la lectura de la cuerda 2. Se orienta a la persona que lleva las cuerdas y la cinta desde el centro del sitio en la dirección obtenida.

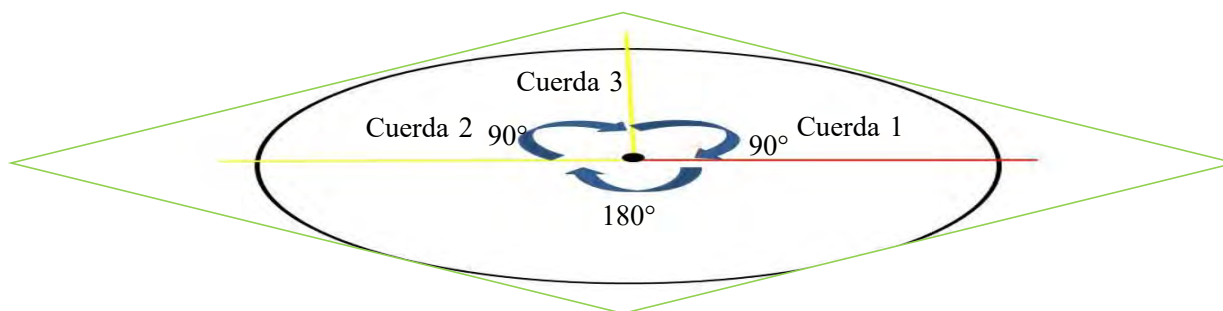


Figura 16. Colocación de la tercera cuerda.

9. La cuarta cuerda se extiende a 90° de la cuerda 1 con el mismo procedimiento (Figura 17).

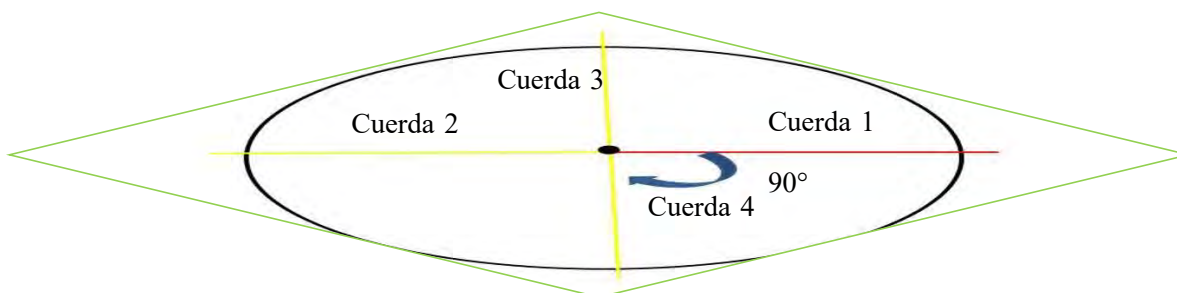


Figura 17. Colocación de la cuarta cuerda.

Hasta este paso la parcela se encuentra dividida en cuatro cuadrantes. Cada vez que una cuerda se extiende en caso de existir pendiente se hace el ajuste de la distancia medida.

10. Para dividir nuestro sitio en 8 subdivisiones extendemos las otras cuatro cuerdas a 45° de las cuerdas originales (Figura 18).

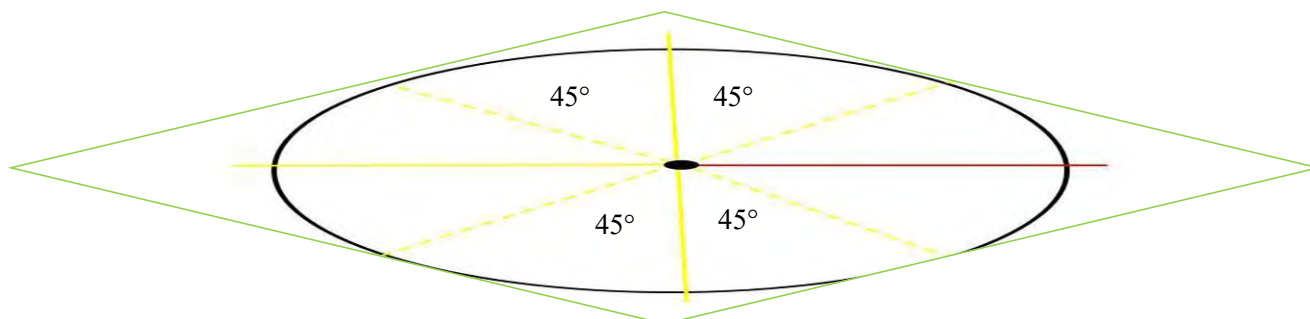


Figura 18. Colocación de las cuerdas auxiliares.

11. Hasta este punto, se ha subdividido la parcela, para facilitar el levantamiento de datos, sin olvidar colocar las banderas que delimitan las parcelas y transectos (Figura 19).

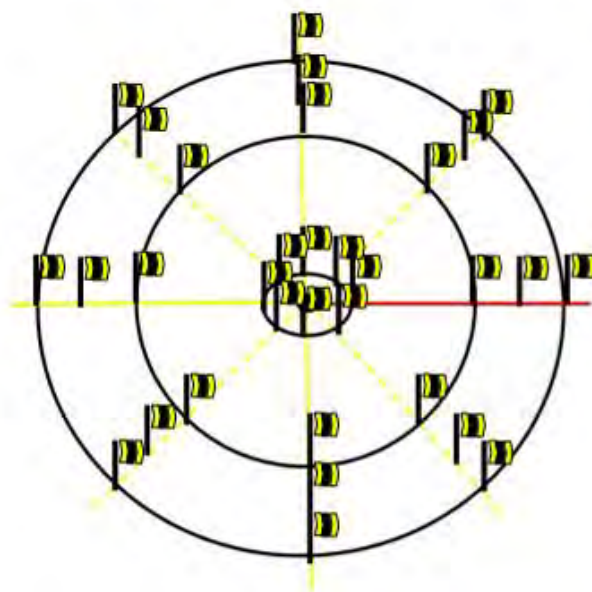


Figura 19. Delimitación de parcelas y transectos.

k. Registro de datos y toma de muestras

En esta sección se describe cómo se toman las muestras o datos (según sea el caso) de los "almacenes" de carbono en el sitio de muestreo.

Una vez evaluada la cobertura por estrato y establecidos los transectos, así como la delimitación de parcelas, se comienza por recabar la información correspondiente a materia orgánica muerta sobre la superficie que incluyen: transectos de intersecciones planares y la toma de fotografías. Una vez evaluado el combustible, se procede a obtener las muestras de mantillo/suelos, posteriormente se obtienen la muestra del estrato herbáceo y por último las mediciones de los subsitios de 12.56 m², 400 m² y 1000 m² respectivamente.

I. Variables de medición para almacenes de Carbono

La parcela Carbono+, incluirá otras unidades de muestreo y transectos como indica la Figura 10 con el objetivo de evaluar los almacenes de carbono descritos en la Introducción.

3. MÉTODOS

El registro de datos se explicará a continuación de conformidad con el orden en que aparecen en el formato de campo: Carbono+ (Apéndice 3).

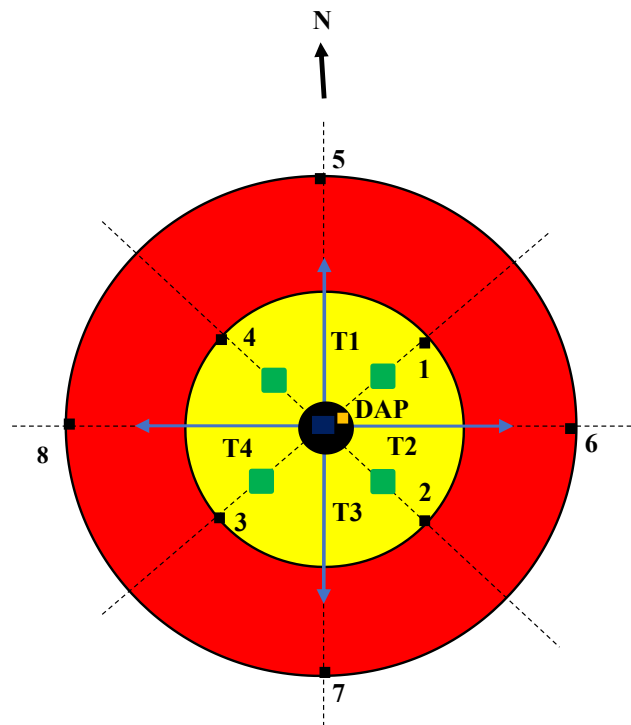










Figura 20. Unidades de muestreo de Carbono al interior de la parcela de muestreo

Círculo	Color				
	Radio (m)	17.85		11.28	2.00
	Área (m ²)	1000		400	12.56
	Almacén de Carbono	Árboles con DN > 40 cm. Sólo en el área entre círculos.		Árboles con DN ≥ 7.5cm y arbustos.	Renuevos de árboles y arbustos con DN < 7.5cm y altura ≥ 50cm.
Cuadro	Color				
	Largo m	1.00	1.00	0.30	0.30
	Área (m ²)	1.00	1.00	0.09	0.09
	Almacén de Carbono	Hierbas, helechos, musgos y líquenes	Herbáceo	Mantillo y suelo	DAP
Transecto	Símbolo		T1 		
	Largo (m)	15			
	Almacén de Carbono		Biomasa muerta sobre el suelo (combustibles)		

FORMATO 0. Información general del predio

A. INFORMACIÓN GENERAL DEL PREDIO

El primer paso es asignarle un identificador único a la parcela de muestreo siguiendo los lineamientos presentados en el FORMATO 1.

ESTADO		REGION		TIPO DE VEGETACION			PARCELA			TIPO	

Los datos de identificación general requeridos son: Nombre del predio, Nombre completo del propietario o poseedor, Tenencia de la tierra (ejidal, comunal, privada, otro), Asociación/cooperativa a la que pertenece el propietario o poseedor, Tipo de manejo del cafetal (orgánico o convencional).

Adicionalmente se requiere conocer las superficies de la poligonal del predio y de los tipos de cultivos/plantaciones dentro del predio (por ejemplo, si el muestreo se realiza en un cafetal, incluir en el formato la superficie total del cafetal manejado por el mismo productor).

B. CARACTERIZACIÓN DEL CAFETAL

Para la caracterización del cafetal es necesario definir los siguientes puntos:

Tipo de cafetal, usando como guía la Figura 21 de tipología de cafetales bajo sombra.

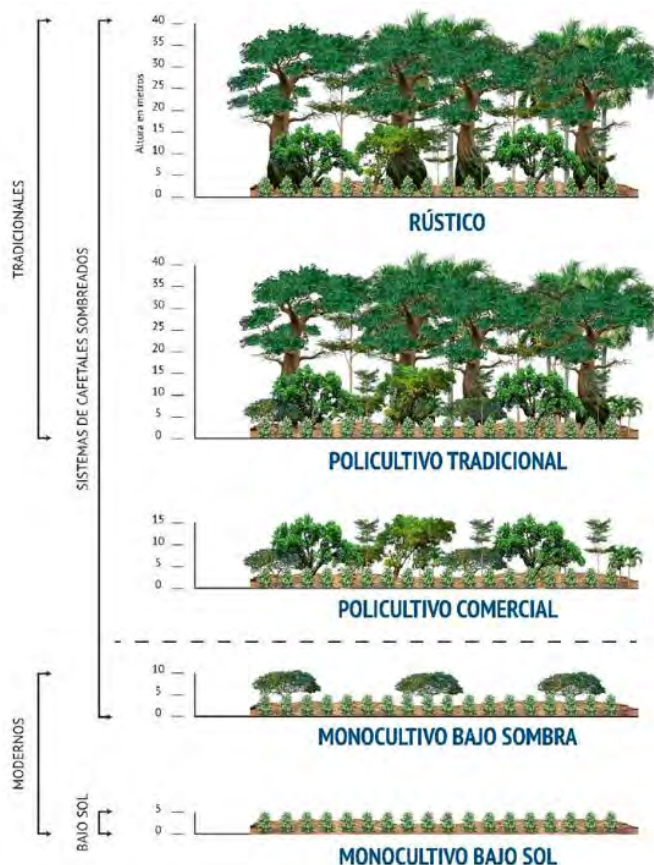


Figura 21. **Tipología de cafetales bajo sombra.**

La tipología precisa del cafetal se determinará por los factores del muestreo. En esta fase inicial se solicita a la brigada sugerir el tipo de cafetal en una primera aproximación. Los tipos de cafetales mostrados en la Figura 21 son:

Rústicos

El término rústico hace referencia a bosques primarios o secundarios en los cuales se han sembrado cafetales. Quedan muy pocos cafetales rústicos en México, concentradas en las zonas de alta montaña. Son estructuras de cafetales con sombra alta a las que se les hace poco trabajo o bien las prácticas agrícolas tienen bajo impacto ecológico. Este tipo de estructuras se observan cuando la intención del productor es proveer sombra a la plantación de café y no obtener algún tipo de aprovechamiento de los árboles. Las estructuras rústicas pueden parecer un bosque “maduro”, es decir, tienen muchas epífitas, árboles altos de más de 10 metros con troncos de más de un metro de diámetro, tienen mucha sombra (más del 60%), se observan hasta cuatro niveles en la copa de los árboles, el tipo y el número de árboles en una hectárea son limitados por el hecho que son grandes y también se encuentran diferentes especies de árboles de la región; por último, la densidad de plantas de café por hectárea es baja (aproximadamente 2,000).

Policultivos

Esta categoría se encuentra relacionada con las estructuras de la vegetación con árboles no muy altos, con gran cantidad de árboles jóvenes, frutales, maderables e introducidos para dar sombra,

loque produce estructuras ricas y diversas en especies, es decir, con gran variedad de árboles. Sin embargo, no son muy complejas en su fisonomía y tienen especies introducidas que no son de la región. Este tipo de estructura es reflejo de diferentes formas de aprovechar los árboles. Se proponen dos tipos de policultivos:

- a) Los *policultivos diversos* o policultivo tradicional que se caracterizan por presentar una estructura semejante a un bosque “joven”: tienen gran cantidad de epífitas, pero la altura promedio del dosel es mediana (superior a 15 metros), la sombra del arbolado es alta (50 a 70%, indicativamente) y se pueden distinguir tres o cuatro niveles en la copa de los árboles, donde la mayoría son pequeños con troncos de 21 centímetros en promedio; la densidad de árboles es de las más altas y la de plantas de café es baja (aprox. 2,000). Estos cafetales presentan mayor variedad de árboles; sin embargo, muchas de estas especies son exóticas, es decir no son de la región.
- b) Los *policultivos simples* o policultivo comercial que son estructuras similares a los policultivos diversos, aunque en general son más simples en todas las características que se han mencionado anteriormente. La diferencia más importante se encuentra en la baja variedad de tipos de árboles, es decir la riqueza de especies es baja. La altura promedio del dosel tiende a ser inferior a los 15 metros, y tienden a ser de una densidad más alta de cafetos (aprox. 3,000).

Monocultivos

En este tipo de estructura de finca de café es frecuente que se planten árboles de leguminosas de una sola especie para dar sombra a los cafetos (*e.g. Inga* o “chalum”). Estos cafetales presentan las estructuras más simples: con una densidad aproximada de 200 árboles por hectárea, con una altura en promedio de 1-4 metros, con troncos delgados de 17.7 centímetros de diámetro en promedio, sin epífitas, con una cobertura promedio de 65%, aunque la densidad de plantas de café por hectárea es la mayor de todas las fincas estudiadas (aprox. 4,000).

A Sol

Las plantaciones a sol no tienen árboles de sombra y se espera mayor densidad de cafetos. Estos son raros en la región de estudio, aparte de plantaciones de Robusta en las partes bajas del Soconusco.

Cobertura de epífitas: 0-25 %, 25-50 %, 50-75 %, 75-100 %



Epífitas

Plantas que germinan y se desarrollan sobre otras plantas (incluyen plantas muertas en pie, postes telegráficos, alambres, tocones o cosas semejantes), pero no son parásitas

Tipo de manejo del cafetal: Convencional (aplica insumos agroquímicos), orgánico.

Manejo de la nutrición de suelos y frecuencia: nada, fertilización, abonado con composta, lombricomposta, lixiviados, sulfomagro, aplicación de cal.

Prácticas de conservación de suelos: ninguna, establecimientos de barreras vivas, deshierbes o chapeos altos.

Manejo del tejido y frecuencia: poda pulmón, poda veracruzana, poda selectiva, agobio, recepa o poda profunda, deshije, descope, esqueletamiento.

Tipo de poda: por plantas, por surco, por lote

Productividad del cafetal (Qq ha⁻¹) de los últimos 5 años.

Historia del cafetal, describiendo los eventos que han provocado cambios en el uso del suelo o manejo del cafetal de acuerdo a lo mostrado en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Historia del cafetal

Especie/cultivo	Año	Cambio	Agente causal	Observaciones
Café Arábica	2002	Inicio plantación	Diversificación	<i>Coffea arabica</i> , variedad Bourbon
Pasto <i>rhodes</i>	2013	Pastizal	Roya	Pasto
<i>Coffea arabica</i> , de la familia Catimor	2018	Retiro de sombra	Nueva variedad	Apoyo de gobierno

FORMATO 1. Información de la parcela de muestreo de carbono, referencia, vegetación menor y combustibles

A. INFORMACIÓN DE LA PARCELA CARBONO+

Se registra el identificador de la parcela Carbono+, se indica que es tipo C (cuantitativo).

Identificador Carbono+	1	5	0	7	1	0	5	0	0	2	1	C
------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ESTADO REGIÓN TIPO DE VEGETACIÓN PARCELA TIPO

El análisis de transiciones entre vegetación conservada y secundaria requiere una descripción más precisa de la estructura de la vegetación. Por esta razón en las parcelas de cronosecuencias se indicará el estrato dominante, que podrá ser arbóreo, arbustivo o herbáceo, de acuerdo con lo observado por el Especialista en Botánica de la brigada.

Si se evalúa una parcela con tres árboles de pino y pastizal con zonas aledañas de bosque de pino. En este caso se trata de Vegetación secundaria de Bosque de Pino con dominancia del estrato

Herbáceo.

Durante el levantamiento de cronosecuencias, el estrato dominante se indicará encima de las casillas de tipo de vegetación del formato 1 con la palabra "arbóreo", "arbusivo" o "herbáceo" según corresponda

herbáceo											
Identificador Carbono+	1	5	0	7	1	0	4	0	0	2	1 C
	ESTADO	REGIÓN		TIPO DE VEGETACIÓN			PARCELA			TIPO	

B. REFERENCIA DE UBICACIÓN DEL CENTRO DE LA PARCELA

Se registran las coordenadas del punto central de la parcela de Carbono: UTM, latitud, longitud, PDOP, pendiente general y altitud de la parcela Carbono+.

Posteriormente se registra la clave original y renombrada de la 1ª foto, correspondiente al GPS. Esta foto se renombra con los doce elementos del identificador y el sufijo 01. Por ejemplo: [15071050021C01](#).

C. REGISTRO DE VEGETACIÓN MENOR Y COBERTURA DEL SUELO (CUADRO DE 1 m²)

Esta evaluación debe efectuarse **antes de que la brigada pise el Cuadro de 1 m²**

Se arma el cuadrado con los tubos de PVC. El Cuadro de 1 m² se tira dejando en el centro lavarilla y/o estaca de referencia del punto central. En este cuadro se registra la cobertura de vegetación menor y la cobertura del suelo.

Una vez establecido el Cuadro de 1 m², se captura la 2ª fotografía con la cámara digital, a nadir elevando la cámara a 1.5 m de altura, de tal manera que el cuadrado quede registrado, ver Figura 22.

Se registra el nombre original y el renombre que es por ejemplo [15071050021C02](#), en el formato. Las imágenes que se obtengan serán procesadas posteriormente para obtener porcentajes de cobertura de la vegetación menor.

Posteriormente se registra la información sobre la cobertura en el Cuadro de 1 m² por gramíneas, helechos, musgos, líquenes y hierbas.

Así mismo se describe la cobertura de los elementos que cubren la superficie del suelo en el Cuadro de 1 m²: roca, suelo desnudo, gravas y piedras, hojarasca, vegetación menor y otros como basura o ramas caídas.

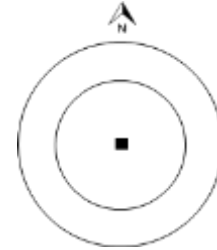


Figura 22. Fotografía que corresponde al Cuadro de 1m².

El Especialista en Botánica estimará los porcentajes de la vegetación menor.

D. TRANSECTOS DE COMBUSTIBLES

La información se levanta en los transectos ubicados en los puntos cardinales Norte, Este, Sur y Oeste (T1, T2, T3 y T4, respectivamente) de la parcela.

1. Medición de combustibles

Se efectúa recorriendo el transecto hacia la orientación de la línea de muestreo, las variables que se levantan por transecto son las siguientes:

1. Pendiente por transecto considerando como punto inicial el centro del sitio y como punto final el extremo del transecto.
2. Frecuencia de material orgánico muerto leñoso caído (combustibles) de 100 h, para los materiales de 1000 horas, se medirán los diámetros de las piezas leñosas y el grado de putrefacción, para ambos casos la frecuencia de intersecciones se medirá del centro de sitio hasta los 15 m.
3. Frecuencia de material orgánico muerto leñoso caído de 1 y 10 h en los últimos 5 m del transecto.
4. Fotografías en los transectos 1 y 3.

El registro de los combustibles se realiza con base en la información de los Cuadros 8, 9 y 10.

Cuadro 9. Medición de combustibles de acuerdo con su diámetro y tiempo de retardo.

Categoría	Diámetro (cm)	Tiempo de retardo	Medición en el transecto
Finos	0-0.5	1 hora	10 a 15 metros
Regulares	0.51-2.5	10 horas	10 a 15 metros
Medianos	2.51-7.5	100 horas	0 a 15 metros
Gruesos	>7.5	1000 horas	0 a 15 metros

Para el conteo de piezas de combustibles se puede auxiliar de un calibrador, tal como se muestra en la Figura 23.

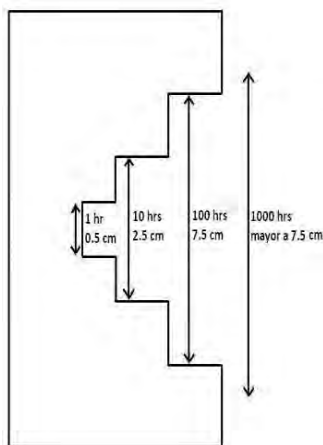


Figura 23. Calibrador para conteo de piezas de combustibles.

Reglas para el conteo de piezas leñosas

La medición de los combustibles forestales se efectúa de acuerdo con las reglas de conteo de las piezas intersectadas según Brown (1974):

1. La medición incluye todos los combustibles leñosos muertos que provienen de árboles y arbustos y que se encuentran sobre el suelo de un bosque (p. ej. ramas y troncos) y que se hallan separados de la fuente original de crecimiento.

Las ramas muertas que están unidas a un tronco muerto en pie, los conos, corteza, hojas, pastos y hierbas no son considerados en esta medición.

Cuadro 10. Criterios de clasificación del grado de putrefacción del material orgánico muerto de 1000 horas

Grado de putrefacción de troncos grandes (>7.5 cm; 1000 h)					
Características del troco	Grado de putrefacción				
	1	2	3	4	5
Corteza	intacta	intacta	la corteza se está cayendo o está ausente	separada o ausente	separada o ausente
Acículas/hojas	presentes	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes
Ramas	ramas finas presentes	ramas largas presentes, sistema de ramas entero	ramas grandes presentes	ramas grandes presentes, pero muy reducidas	separada o se remueven fácilmente del tronco
Integridad estructural	dura	dura	la mayor parte dura, pero comienza a pudrirse	la mayor parte podrida, el centro con frecuencia se mantiene duro	completamente podrida, puede tener algunas pequeñas secciones duras
Forma	circular	circular	circular	circular para oval	oval para indefinida

Cuadro 11. Criterios de clasificación del grado de putrefacción del material muerto dentro de los 400 m² excepto en el área normal de transectos

Grado de putrefacción de troncos grandes (>7.5 cm; 1000 h)			
Características del troco	Grado de putrefacción		
	a	b	c
Corteza	intacta	la corteza se está cayendo o está ausente	separada o ausente
Acículas/hojas	presentes o ausentes	ausentes	ausentes
Ramas	ramas finas o largas presentes o ausentes, sistema de ramas entero	ramas grandes presentes	ramas grandes presentes, pero muy reducidas y que están separadas o se remueven fácilmente del tronco
Integridad estructural	dura	la mayor parte dura, pero comienza a pudrirse	la mayor parte podrida, el centro con frecuencia se mantiene duro en ocasiones completamente podrido con algunas pequeñas secciones duras
Forma	circular	circular	circular para oval, en algunos casos oval para indefinida

- Las combustibles solo son contados cuando el eje central está sobre la capa de fermentación (lado derecho de la flecha) (Figura 24).

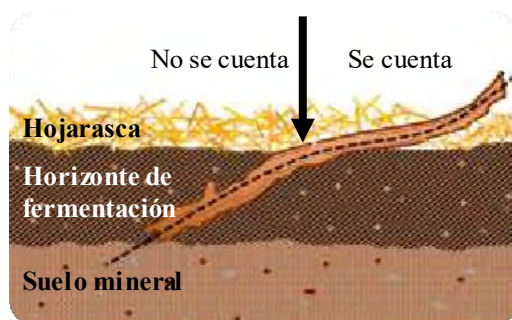


Figura 24. Combustibles considerados en la medición

- La línea de muestreo debe cruzar el eje central del combustible para ser medido (Figura 25).



Figura 25. El combustible debe cruzar el transecto para ser medido

- Si la línea de muestreo coincide con el eje central del combustible, la pieza no es contada (Figura 26).

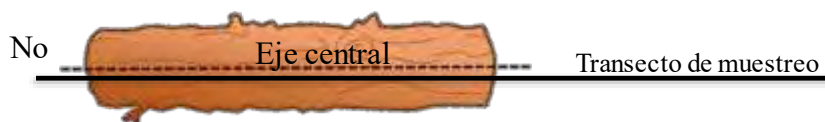


Figura 26. Los combustibles cuyo eje central, está paralelo al transecto no son considerados

- Se miden todas las secciones que intersecta la línea de muestreo en una pieza curvada.
- Se miden las astillas y trozas que quedan después de un aprovechamiento. Debido a su estructura estos componentes se tienen que visualizar en forma cilíndrica para determinar la clase de tamaño o medir el diámetro.
- Se miden los tocones que no estén enraizados y raíces que no estén cubiertas por tierra. Para medirlos se deben considerar como combustibles individuales o raíces individuales.
- Las trozas muy podridas que están despedazadas y ya perdieron la estructura original, se construyen visualmente la forma cilíndrica y se estima el diámetro.
- Es importante observar arriba del suelo cuando se está realizando el muestreo ya que el material puede ser medido hasta los 2 m de altura.

2. Registro de fotografías de estructura y composición de la parcela

La Figura 27 muestra un ejemplo de señalizador usado en la toma de fotografías panorámicas.

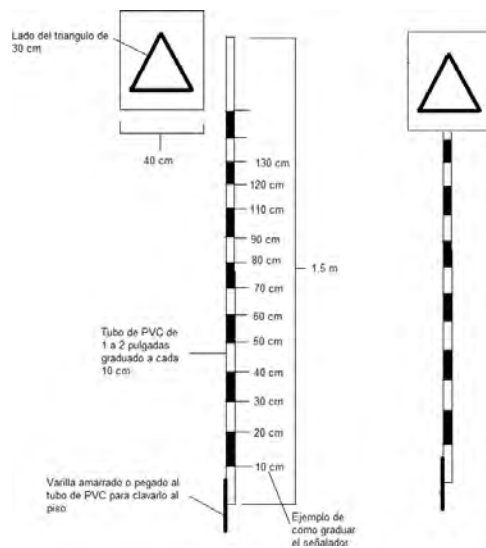


Figura 27. Ejemplo de señalizador

Se deben tomar dos fotografías en los transectos de combustibles 1 y 3. La primera desde el Norte al punto central de la parcela y otra desde el sur al punto central; se recomienda alinearla cámara poniéndola a 20 m del centro de la parcela de muestreo, y a 10 m poner el señalizador de escala (Figura 28).



Figura 28. Fotografía de una parcela de registro de combustibles y a la derecha el diagrama con la ubicación de la señal y la cámara.

La fotografía 03 del Transecto 1 desde el Norte al centro de la parcela, se registra nombre original y el renombre que es por ejemplo **15071050021C03**.

La fotografía 04 del Transecto 3 desde el Sur al punto central, se registra nombre original y el renombre que es por ejemplo **15071050021C04**.

La señal de escala consiste en un tubo de PVC de 1 a 2 pulgadas de diámetro con una altura de 1.5 m, dicho tubo está marcado cada diez centímetros (10 cm de color negro y 10 cm en blanco), tiene sujeto en la parte superior del señalador una tabla de 40x40 cm de color blanco con un triángulo equilátero de 30 cm por lado, el grueso de la línea es de 3 cm de ancho de color negro. La señal se sujeta al suelo con una varilla o estaca.

2. Combustibles en el círculo de 400 m², excepto el área de transectos

Se obtendrán muestras de material muerto en diferente grado de putrefacción dentro del círculo de 400 m², **excepto en el área de transectos de combustibles.**

Se colectarán tres muestras representativas que correspondan a tres diferentes grados de putrefacción. El grado “a” corresponde a los grados de putrefacción (1 y 2), el grado “b” corresponde al grado de putrefacción (3) y el grado “c” corresponde a los grados de putrefacción (4 y 5).

Las muestras de combustibles se etiquetan con una M (Muestra de material muerto) y se indica el grado de putrefacción (a, b, c). Se anota el peso fresco de cada muestra (g) para enviarse al laboratorio (Figura 29).



Figura 29. Ejemplo de etiqueta de muestra de combustibles

En el Apéndice 5 se presenta el pre proceso de las muestras de material muerto.

FORMATO 2. Registro de información de mantillo y suelo

A. MUESTREO DE DAP (DENSIDAD APARENTE) EN EL PUNTO 0 POR METODO DEL CILINDRO

El punto 0 se ubica a 1.5 m de distancia del centro del sitio hacia la esquina noreste (45°). En caso que exista un obstáculo se podrá mover a una distancia de +/-30cm. Se ubica el cuadro de 30*30 cm y se capturará la fotografía 05 a 1.5 m a nadir, se registra nombre original y el renombre que es por ejemplo **15071050021C05** (Figura 30).

Se medirá con la regla de metal la profundidad de la capa de hojarasca y el horizonte de fermentación. Se hará una extracción capa por capa con ayuda de espátulas rectangulares y se registrará el peso (g).

Posteriormente se limpiará la superficie del suelo de la fracción vegetal que no esté enraizada al suelo (30*30cm). Para tomar la muestra de suelo se utilizará un cilindro recto de material no deformable con diámetro mínimo uniforme de 2 pulgadas, donde debe indicarse la profundidad efectiva de muestreo (cm). (Figura 31).

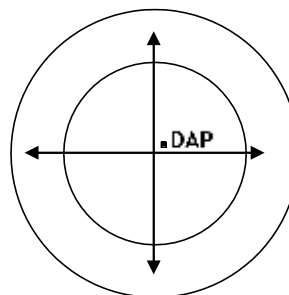


Figura 30. Fotografía 05 corresponde al punto DAP cuadro 30*30.



Figura 31. Cilindro de metal para la toma de muestra de suelo del punto DAP

Se emplea una bolsa de plástico de peso conocido de 20*30cm. La etiqueta se compone del identificador de la parcela, más la clave DAP (-Ds) (Figura 32).



Figura 32. Ejemplo de etiquetado de las muestras del punto DAP

En el Apéndice 5 se presenta el pre proceso de las muestras de suelo, hojarasca y horizonte de fermentación.

B. PROFUNDIDAD TOTAL DEL SUELO (SITIO DAP)

La profundidad total de la parcela se medirá con el **barreno de varilla** que se introduce en el suelo en un solo esfuerzo en la esquina noreste del sitio DAP. Se registra la profundidad efectiva del suelo (con ayuda del flexómetro). En el caso de no haber llegado a la roca madre se registre mayor a un metro (> 1 m).

C. CAPAS DE HOJARASCA (HO) Y FERMENTACIÓN (F)

Fotografías cuadros 1 a 8 (mantillo y suelo)

Se obtendrán fotografías digitales a nadir, de los cuadros de (30*30 cm) 1 a 8, para estimar la cobertura aérea del mantillo en gabinete y revisar posteriormente los resultados de laboratorio contra las estimaciones de carbono (Figura 33).

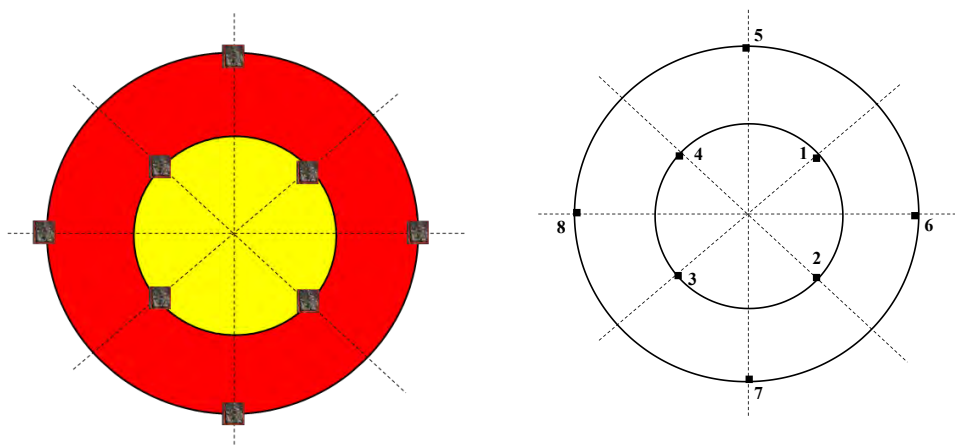


Figura 33. Fotografías de las unidades de muestreo de mantillo y suelo 1 a 8.

Toma de muestras de mantillo

Se obtienen las muestras de la capa de hojarasca para los puntos 1 al 8. En cada una de las muestras, por separado, se registra el tipo de mantillo de conformidad con el Cuadro 11.

La capa de hojarasca es medida en profundidad con una regla y se registra el espesor (mm), se extrae y deposita en una bolsa de plástico de colecta del total de muestras (8 muestras) y se registra el peso total de la muestra (g). Después se extrae el horizonte de fermentación se registra el espesor (mm), se extrae y deposita en una bolsa de plástico de colecta del total de muestras (8 muestras) y se registra el peso total de la muestra (g).

Cuadro 12. Códigos para el registro del tipo de mantillo

Código	Tipo	Código	Tipo
HP	de pino	CO	Corteza
HL	de latifoliadas	RD	Roca desnuda
HA	de <i>Abies</i>	MU	Musgo
MP	Madera putrefacta	OS	*Otros fustes, tocones, basura, etc.
NC	No contiene		

Las muestras colectadas en las unidades 1 a 8 son colectadas en una bolsa común y es etiquetadas en campo. Se escribe el identificador de parcela, la clave del tipo de dato (-H, -F), se indica el peso registrado en campo (g) (Figuras 34).



Figura 34. Etiquetado de las colectas de capa de hojarasca y horizonte de fermentación

En el Apéndice 5 se presenta el pre proceso de las muestras de hojarasca y horizonte de fermentación.

D. LEVANTAMIENTO DE MUESTRAS DE SUELO

Se efectúa la extracción de suelo en las unidades de muestreo 1 a 8. Para ello se limpia la superficie, en un solo esfuerzo y de forma vertical se introduce el barreno de tubo de dos pulgadas de diámetro y un largo de 30 cm. En cada una de las ocho muestras se registra la profundidad efectiva (cm).

Cuando las condiciones del suelo no permitan la funcionalidad del barreno de tubo, se utiliza el barreno de gusano de tres pulgadas de diámetro (se debe escribir el barreno utilizado en las observaciones) (Figura 35).

Cualquiera que sea el método de extracción de suelo, después de medir la profundidad se deposita la muestra de suelo en una bolsa de plástico de peso conocido de colecta del total de muestras (8 muestras), con la menor cantidad de movimientos horizontales a fin de conservar la muestra íntegra.

La muestra de suelo se etiqueta en campo con el identificador de parcela, más la clave del tipo de dato (-S), bolsa de colecta del total de muestras (Figura 36). Se registra el peso total de la muestra (g).



Figura 35. Barrenos para la extracción de suelo en las unidades de muestreo 1 a 8.



Figura 36. Etiquetado de la muestra de suelo de las unidades 1 a 8, muestra del total

En el Apéndice 5 se presenta el pre proceso de las muestras de suelo.

Las muestras una vez colectadas deberán ventilarse en el campamento hasta que sean reunidas por el equipo coordinador.

FORMATO 3. Registro de información de herbáceas (1 m²)

A. REGISTRO DE PESOS DE BIOMASA DE HERBACEAS

El levantamiento de las muestras del estrato herbáceo se efectúa en uno de los cuatro cuadrantes, el más representativo, delimitados por los transectos de combustibles. Al interior de la parcela de 400 m² se coloca un cuadro de muestreo naranja de 1*1m en un lugar representativo del estrato herbáceo en uno de los cuatro cuadrantes (NE, SE, SW y NW) (Figura 37).

Al interior del cuadro se cortarán a ras del suelo todas las plantas herbáceas y se pesará el total. Posteriormente por especie se identificarán.

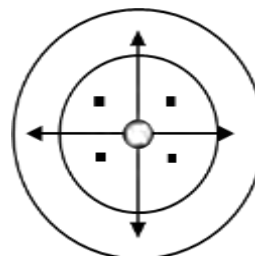


Figura 37. Ubicación de los cuadros para el muestro de herbáceas.

La colecta del total de herbáceas debe de ser pesada y etiquetada en campo. En la etiqueta se escribe el identificador de la parcela y el sufijo -P, y el cuadrante de muestreo, que hace referencia a la muestra de herbáceas. Se registra el peso en gramos. En la Figura 38 se muestran un ejemplo de bolsa en el cuadrante SW, el más representativo.



Figura 38. Etiquetado de las colectas de herbáceas.

El Especialista en Botánica indicará los nombres científicos de las herbáceas o en su caso el número de colecta.

FORMATO 4. Registro de repoblado/arbustos (círculo 12.56 m²)

A. ARBOLES Y ARBUSTOS

Al interior de la parcela circular de 12.56 m² se registrará información de los árboles con un diámetro normal menor a 7.5 cm y mayores a 50 cm de altura y los arbustos con alturas menores a 1 m (Figura 39).

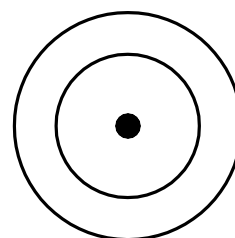


Figura 39. Registro de repoblado y arbustos al interior del círculo 12.56 m²

La medición del diámetro normal debe de efectuarse de conformidad con el Apéndice 4

Los datos por recabar son nombre científico, número de individuos por edad o categoría de altura (árboles y arbustos por separado) y daño. En el caso de Origen se refiere a: N = Natural, I = Introducida, SI = Sin información.

El Especialista en Botánica indicará los nombres científicos de árboles y arbustos, o el número de colecta para que sea registrado por el Especialista de Carbono.

El daño se registra mediante una clave numérica de conformidad con el Cuadro 12. Estas claves se utilizan para todos los individuos con estructuras leñosas.

FORMATO 5. Datos de plantas leñosas (círculo de 400 m²)

Se registrarán árboles y arbustos en el área ubicada dentro del círculo de 400m² (Figura 40). El conteo de los individuos se realizará a partir del centro del sitio hacia afuera iniciando con orientación Norte y continuar a favor de las manecillas del reloj hasta cubrir los 360° del área.

A. ARBUSTOS CON ALTURA TOTAL ≥ 1 m

Se registra el número de planta, nombre científico, nombre común, condición, el número de individuos de grupos de arbustos con altura ≥ 1 m y con frecuencia >3 0, el diámetro de copa (m) distinguiendo mayor y menor, la altura total (m) y el daño. Se describen dos casos para la medición de arbustos.

La condición se refiere a si el individuo vegetal está vivo (1) o muerto (2)

Cuadro 13. Tipos de daños en árboles y arbustos vivos o causa de muerte.

Clave	Daño	Descripción
1	Ausencia de daño	El árbol o arbusto no presenta evidencia de daño físico o causado por plagas o enfermedades
2	Daño humano directo	El individuo manifiesta heridas causadas por el hombre, tales como "calas", ocoteo y cinchado. Todos ellos con el fin de obtener un producto o eliminación del árbol o arbusto
3	Plantas parásitas	La presencia de estas plantas es notoria por las deformaciones que causan en el tronco o por las coloraciones del follaje. Generalmente producidas por "matapalos" y muérdagos. No deberán confundirse con plantas epifitas.
4	Incendios	Presencia de carbonización en troncos y ramas o desecación y pérdida del follaje (chamuscado).
5	Insectos	Presencia de carbonización en troncos y ramas o desecación y pérdida del presencia de aserrín o caída de hojas o ramas defoliadas porque se las comen los insectos defoliadores.
6	Viento	Se observan árboles descopados o con ramas desgajadas, a consecuencia del embate del aire. El individuo puede estar doblado por acción de huracanes.
7	Enfermo	Se observan manchas causados principalmente por hongos. Los daños se presentan como deformaciones o protuberancias de los troncos, ramas o frutos.

8	Roedores	Daños en la corteza, conos o frutos, semillas y otras partes, causados por ardillas y ratones principalmente
9	Pastoreo	Se observa ramoneo en hojas y ramas
10	Aprovechamientos	Registro de manejo, presencia alta de tocones y marcas de manejo (sello, pintura verde)
11	Rayos	El individuo está partido hasta el suelo y queda registro de fuego sobre el mismo.
12	Otros	Evidencia de rasguños de mamíferos

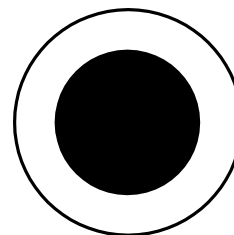


Figura 40. Registro de árboles y arbustos al interior del círculo de 400 m²

Caso 1 para la medición de arbustos de baja frecuencia

Cuando **no** existen especies arbustivas $\geq 1\text{m}$ que superen los 30 individuos dentro de los límites de la parcela de muestreo. Se registra una por una cada planta leñosa (número consecutivo de planta, nombre científico, nombre común, condición, diámetro mayor y menor de la copa (m), altura total ($\geq 1\text{ m}$) y daño (Cuadro 14). En el caso de Origen se refiere a: N = Natural, I = Introducida, SI = Sin información.

Cuadro 14. Ejemplo de registro de arbustos en el Caso 1

No. de planta	Nombre científico	Nombre común	Condición	Número de individuos	Diámetro de copa (m)		Altura total (m)	Daño
					Mayor	Menor		
A								
B								
C								
1	<i>Acacia cornigera</i>	Huizache	1	-	3.0	1.1	1.5	1
2	<i>Acacia cornigera</i>	Huizache	1	-	1.3	1.0	1.0	1
3	<i>Acacia cornigera</i>	Huizache	1	-	1.7	0.9	1.2	1

Caso 2 para la medición de arbustos con alta frecuencia

Cuando **sí** existen especies arbustivas ≥ 1 m que superan los 30 individuos dentro de los límites de la parcela de muestreo. El registro se efectúa en las tres filas especiales con fondo gris (A,B, C) (Cuadro 14). Se registra una sola vez la especie, nombre científico, nombre común, condición, y el diámetro mayor y menor de la copa (m), altura total (≥ 1 m) y daño de un individuo promedio.

Cuadro 15. Ejemplo de llenado del caso 2 en el formato 4

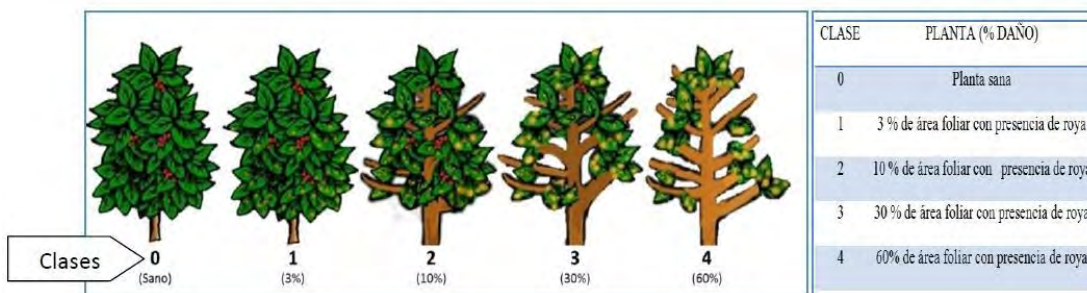
No. de planta	Nombre científico	Nombre común	Condición	Número de individuos	Diámetro de copa (m)		Altura total (m)	Daño
					Mayor	Menor		
A	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Gatuño	1	36	1.5	1.3	1.1	1
B								
C								

Caso de cafetales (nuevo formato)

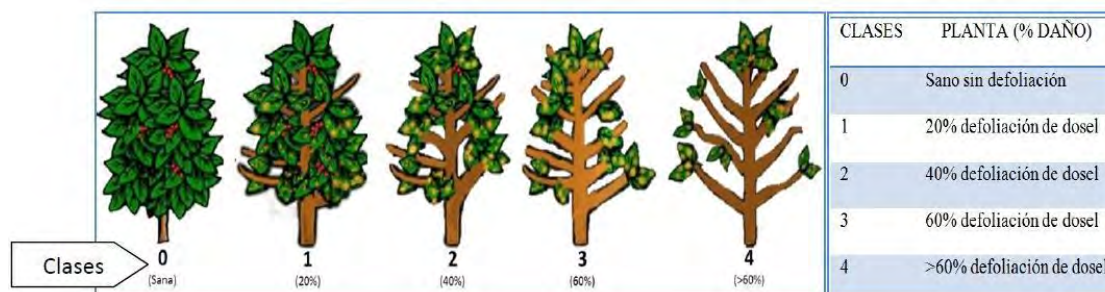
En el caso de cafetales (circulo de 400 m²) es necesario dividir el cafetal en función de plantas de café con rasgos similares que reflejen la edad de los cafetos o por tipo de variedades del café plantado.

Plagas y enfermedades del café

Para evaluar el impacto de la roya u otra plaga o enfermedad se identificarán dos indicadores: 1) severidad de afectación por plaga/enfermedad en planta y 2) porcentaje de defoliación en planta. Para esto, se usarán los materiales guía del Manual Técnico para el manejo preventivo de la roya del cafeto, diseñado por la Dirección General de Sanidad Vegetal del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria de SAGARPA, 2013), con el fin de comparar nuestros datos en campo con los datos actualizados que genera periódicamente el Programa de Vigilancia Epidemiológico Fitosanitario del Cafeto de este órgano federal (Figura 41).



Escala para evaluar severidad en planta.



Escala para evaluar porcentaje de defoliación en planta.

Figura 41. Escalas para evaluar severidad y porcentaje de defoliación en planta.

La evaluación de los cafetales seguirá el formato definido por el Cuadro 16.

Cuadro 16. Formato para descripción de los cafetos

Especie	Variedad	Frecuencia (número)	Diámetro (cm)	Altura (m)	Plaga / enfermedad*	Severidad	Defoliación
(<i>Coffea arabica</i> , menos en el caso de “Robusta” –una variedad de la especie <i>Coffea canephora</i>)	(e.g. Typica/Arabe, Marsellesa, Costa Rica-95, Lempira, etc.)						

* 1. Roya (*Hemileia vastatrix*), 2. Ojo de gallo (*Mycena citricolor*), 3. Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*), 4. Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), 5. Mal de hilachas (*Corticium koleroga*), 6. Requemo (*Phoma costarricensis*)

La medición del diámetro de las plantas será a la mitad de la altura total de la planta.

B. ÁRBOLES CON DN \geq 7.5 cm

Se registrarán todos los árboles con diámetro normal mayor o igual a 7.5 cm. La información que se obtiene es número de árbol, nombre científico, nombre común, condición, diámetro normal, altura total (ver Apéndice 4 para el uso del clinómetro para medir alturas de los árboles), altura de los tocones (del suelo al corte), distancia del individuo al punto central de la parcela (m), azimuth en grados de la ubicación del árbol con respecto al norte geográfico (T1). En el caso de Origen, se refiere al medio de cultivo: N = Natural, I = Introducida, SI sin información.

El Especialista en Botánica indicará los nombres científicos de árboles y arbustos, o el número de colecta para que sea registrado por el Especialista de Carbono.

Se considera tocón a los restos de un árbol que fue derribado cuya altura es menor a 60 cm.

FORMATO 6. Datos de plantas leñosas (círculo de 1000 m²)

Se registrarán árboles en el área ubicada entre el círculo de 400 m² y el círculo de 1000 m² (Figura 42). El conteo de los individuos se realizará a partir del centro del sitio hacia afuera iniciando con orientación Norte y continuar a favor de las manecillas del reloj hasta cubrir los 360° del área.

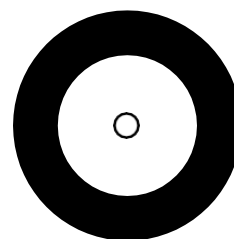


Figura 42. Registro de árboles ≥ 40 cm

A. ÁRBOLES CON DN ≥ 40 cm

Se registrarán todos los árboles con diámetro normal mayor o igual a 40 cm. La información que se obtiene es número de árbol (consecutivo del Formato 4), nombre científico, nombre común, condición, diámetro normal, altura total, distancia del individuo al punto central de la parcela (m), azimut en grados de la ubicación del árbol con respecto al norte geográfico (T1) y daño. En el caso de Origen, se refiere a: N = Natural, I = Introducida, SI: Sin información.

El Especialista en Botánica indicará los nombres científicos de árboles o el número de colecta para que sea registrado por el Especialista de Carbono.

FORMATO 7. Tipos funcionales de plantas y especies

Este apartado se realiza en el Muestreo Cuantitativo de Cobertura Aérea y Biodiversidad

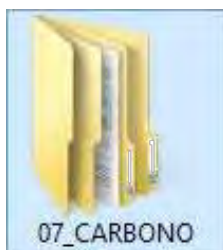
FORMATO 8. Fotografías para medir de la cobertura vegetal

Este apartado se realiza en el Muestreo Cuantitativo de Cobertura Aérea y Biodiversidad.

Entrega de inventario de almacenes de Carbono

La brigada entregará los formatos de campo originales, así como una versión en digital (archivo Excel). Así mismo hará entrega del material fotográfico y renombrado, con las especificaciones necesarias y el total de muestras.

Los formatos impresos deberán estar completos y en su caso corregidos con la información proporcionada por el Especialista en Botánica. Se generará una carpeta nombrada con el número de la región, seguida de un guion bajo, seguido de CARBONO.



Al interior de esa carpeta se ubicarán dos carpetas, la primera nombrada por el número de la región, guion bajo, CARBONO, guion bajo, FOTOS. La segunda carpeta será nombrada por el número de la región, guion bajo, CARBONO, guion bajo, INVENTARIO.



Al interior de cada carpeta se integrará la información indicada en carpetas nombradas por el identificador de la parcela



3. LITERATURA CITADA

- Aguaron, E. y E.G. McPherson. 2012. Comparision of methods of estimating carbon dioxide storage by Sacramento's Urban Forest. In: Carbon sequestration in urban ecosystems. Editores Rattan Lal y Bruce Agustin. Springer. USA. pp. 43-69
- Andreu M. G., M.H. Friedman y R.J. Northrop. 2009. Environmental Services Provided by Tampa's Urban Forest. University of Florida. Florida, U.S.A. 1-5.
- Brown, S. 1974. Handbook for inventoring downed woody material. USDA Forest Service. Genera technical report, U.S. pp. 1-24.
- Brown, S. 2010. Bosques y cambio climático y la función de los bosques como sumideros de carbono. Disponible en:
http://www.chacaltaya.edu.bo/index.php?option=com_content&view=article&id=86:bosques-y-cambio-climatico-y-la-funcion-de-los-bosques-como-sumideros-de-carbono&catid=49:articulos-cc&Itemid=67 [Acceso: Julio 2012].
- Ciais, P., Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., Canadell, A. Chhabra., R. DeFries., J. Galloway., M. Heimann., C. Jones., C. Le Quéré., R.b. Myneni., S Piao and P. Thornton. 2014. Carbon and other biogeochemical cycles. In Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 465-570). Cambridge University Press.
- Denman, G. Brasseur, A. Chidthaisong, P. Ciais, P.M. Cox, R.E. Dickinson, D. Hauglustaine, C. Heinze, E. Holland, D. Jacob, U. Lohmann, S. Ramachandran, P.L. da Silva Dias, S.C. Wofsy, X. Zhang. 2007. Couplings Between Changes in the Climate System and Biogeochemistry. In: S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, H.L. Miller (eds.), Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Houghton, R. A. 2003. Revised estimates of the annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use and land management 1850-2000. Tellus 55B: 378-390.
- IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). 2003. Intergovernmental Panel on Climate Change. Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS). Organización Meteorológica Mundial. Génova, Suiza. 633 p.
- IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (Eds). Institute for Global Environmental Strategies (IGES). Hayama, Japan.
- IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change. Resumen para Responsables de Políticas. En: Cambio Climático 2007: Impactos y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del PICC. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. vander Linden y C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 116 p.
- IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). 2014. Climate Change 2014 Synthesis Report Summary for Policymakers. http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf
- Jaramillo, V.J. 2004. El ciclo global del carbono. In: Cambio climático: una visión desde México. Compiladores Julia Martínez y Adrián Fernández. SEMARNAT-INE. México. pp. 77-86.
- Lal, R. 2002. Soil erosion and the global carbon Budget. Environment International 29 (2003)

- 437– 450.
- Le Quéré C., M. R. Raupach., J. G. Canadell, G. Marlandet. 2009. Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. *Nature Geoscience* Doi: 10.1038/NGEO689.
- McPherson, G. 1998. Atmospheric carbon dioxide reduction by Sacramento's urban forest. *Journal of Arboriculture* 24(4):215-223.
- Mijangos, A.I. 2015. Estimación del contenido y captura de carbono en la biomasa arbórea del Bosque de San Juan de Aragón, Distrito Federal. Tesis Profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 77 p.
- OMM (Organización Meteorológica Mundial). 2017. Boletín N° 13 sobre los gases de efecto invernadero: Estado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera según las observaciones mundiales realizadas en 2016. Disponible en: http://ane4bf-datap1.s3-eu-west-1.amazonaws.com/wmocms/s3fs-public/ckeditor/files/GHG_Bulletin_13_ES_0.pdf?YBIfazyk.Xi_7L2Oc02Xh46Nt1g4TfOo (consultado junio, 2022).
- OMM (Organización Meteorológica Mundial). 2019. La concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera alcanza un nuevo récord. Disponible en: <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-concentraci%C3%B3n-de-gases-de-efecto-invernadero-en-la-atm%C3%B3sfera-alcanza> (consultado junio, 2022).
- Pardos, J.A. 2010. Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global. INIA Madrid. 253 p.
- Rojo, M.G.E.; J.J. Mata y M.A. Velásquez. 2003. Las masas forestales como sumideros de CO₂ ante un cambio climático global. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente* 9(001):57-67.
- Stockmann, M. Adams., J.W. Crawford., D.J. Field., N. Henakaarchchi., M. Jenkins., B. Minasny., V. de Courcelles., K. Singh., I. Wheeler., L. Abbott., D. Angers., J. Baldock., M. Bird., P.C. Brookes., C. Chenu., J. Jastrow., R. Lal, C.J. Lehmann., A.G. O'Donnell., W.J. Parton., D. Whitehead., M. Zimmermann. 2013. The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 164 (2013), pp. 80–99
- Stoffberg, G.H.; van Rooyen, M.W.; van der Linde, M.J. y Groeneveld, H.T. 2010. Carbon sequestration estimates of indigenous street trees in the City of Tshwane, South Africa. *Urban forest and urban greening. Elsevier* 9: 9-14.
- Trejo, I. y J. Hernández. 2005. Vegetación y uso del suelo. Informe técnico del proyecto Diagnóstico funcional del territorio nacional. SEDESOL- Instituto de Geografía, UNAM. pp. 100-109.

4. APÉNDICE 1. COMPENSACIÓN DE ÁNGULO POR DECLINACIÓN MAGNÉTICA

Las brújulas no señalan el polo norte geográfico sino al polo norte magnético, definido como el lugar donde el campo magnético es perpendicular a la superficie, por lo que en latitudes altas la orientación es imprecisa. Por lo anterior, es necesario hacer una compensación por declinación magnética mediante la ayuda de un GPS.

Al ubicarse en el centro de la parcela Carbono+, se registra la lectura de la coordenada en el GPS y posteriormente se gira al norte magnético mediante la ayuda de la brújula manual (Figura A.1).

El GPS debe tener un tiempo de estabilidad mínimo de 3 minutos y si en este periodo de tiempo no es estable por mala señal (PDOP mayor de 4) debida a cobertura densa o topografía accidentada, anotar en observaciones que se empleará como referencia única el norte magnético.

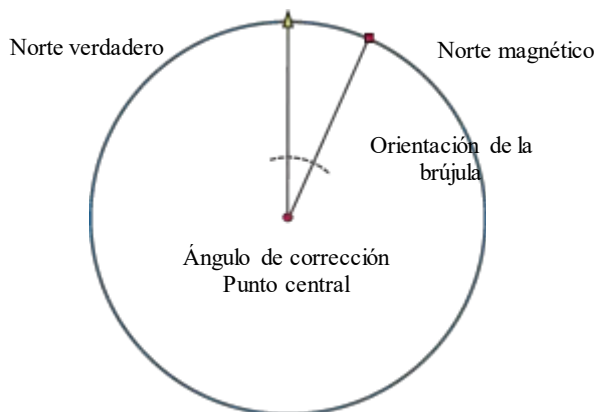


Figura A.1. Cálculo del ángulo de corrección entre los nortes magnético y verdadero.

Al trasladarse el punto en donde la coordenada X del GPS tiene una diferencia de 1 metro o menos respecto a la coordenada del centro de la parcela. Se registra la distancia (en metros) entre el punto norte verdadero y el punto norte magnético y se registra el número de grados de desviación que la brújula tuvo respecto a la medición con el GPS.

Este valor en grados es la referencia de corrección para la orientación del resto de los transectos. Por ejemplo, si el ángulo de corrección es de 8 grados, al apuntar con la brújula al Este en lugar de ser a los 90 grados será a los 82 grados.

5. APÉNDICE 2. COMPENSACIÓN DE DISTANCIAS POR PENDIENTES EN EL TRAZO DE LA PARCELA CARBONO+

Las parcelas Carbono+ ubicadas en terrenos con pendientes superiores al 10% se compensarán las distancias en el trazo de los sitios secundarios, así como en el trazo del radiode los círculos de 400 m² y 1000 m².

Se promediará la pendiente en cada punto cardinal y se compensará la distancia de conformidad con el Cuadro A2.

Cuadro A2. Distancias de compensación para diferentes grados de pendiente

% de pendiente	Grados de pendiente	Coseno	Distancia horizontal del radio en los círculos de 400m ²	Distancia compensada	Distancia horizontal del radio en los círculos de 1000m ²	Distancia compensada
10	5.72	0.9950	11.28	11.34	17.84	17.93
20	11.32	0.9805	11.28	11.50	17.84	18.19
30	16.7	0.9578	11.28	11.78	17.84	18.63
40	21.8	0.9285	11.28	12.15	17.84	19.21
50	26.57	0.8944	11.28	12.61	17.84	19.95
60	30.96	0.8575	11.28	13.15	17.84	20.80
70	34.99	0.8192	11.28	13.77	17.84	21.78
80	38.67	0.7807	11.28	14.45	17.84	22.85
90	41.99	0.7433	11.28	15.18	17.84	24.00
100	45.00	0.7071	11.28	15.95	17.84	25.23

Se utilizan cuerdas compensadas, con marcas visibles (nudos de plástico de color diferente) que identifican la longitud de la distancia inclinada requerida, para cada 10% de pendiente.

Ciclo de cultivo	Rendimiento (Qq/ha)
2020-2021	
2019-2020	
2018-2019	
2017-2018	
2016-2018	

C. HISTORIA DEL CAFETAL

Especie / cultivo	Año	Cambio	Agente causal	Observaciones

FORMATO 1. Información de la parcela de Carbono, referencia, vegetación menor y combustibles

A. INFORMACIÓN DE LA PARCELA DE CARBONO

Identificador Carbono+															
Brigada															
	BRIGADA			ESPECIALISTA EN CARBONO								AUXILIAR			
Fecha										Hora de inicio			:		
	DÍA		MES		AÑO							24 HORAS			

B. DE LA PARCELA, NOTA: Enterrar la varilla / clavo metálico en el centro

1.1. Coordenadas GPS del punto central

UTM (Norte)	Latitud	Longitud	PDOP	DATUM
				WGS84
COORDENADA EN Y		COORDENADA EN X		
Pendiente general %	Altitud (msnm)	Localidad próxima		

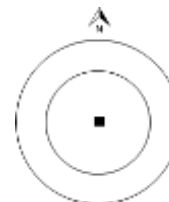
Fotografía 1 GPS		01	
	CLAVE ORIGINAL	CLAVE RENOMBRADA	

C. REGISTRO DE VEGETACIÓN MENOR Y COBERTURA DEL SUELO (CUADRO DE 1m²)

Fotografía 2 Cuadro 1m ² (1.5m del suelo)		02
	CLAVE ORIGINAL	CLAVE RENOMBRADA

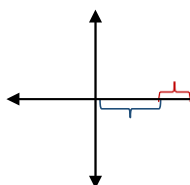
Cobertura del suelo	Cobertura (%)
Roca	
Suelo desnudo	
Hojarasca	
Gravas y piedras	
Otros	
Vegetación menor	
El total debe sumar el 100%	

Vegetación menor	Cobertura (%)
Gramíneas	
Helechos	
Musgos	
Líquenes	
Hierbas	
Otros	
Cada categoría puede alcanzar el 100%	



D. TRANSECTOS DE COMBUSTIBLES

Carbono+														
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--





[illegible]

NOTA: Registrar el grado de putrefacción: 1, 2, 3, 4 y 5 sólo para combustibles >7.5 cm de diámetro.

[illegible]

2. Registro de fotografías de estructura y composición de la parcela

NOTA: Retirar cuerdas, material y elementos no propios del paisaje

Fotografía 3 Norte al Punto Central				03
Fotografía 4 Sur al Punto Central				04

CLAVE ORIGINAL

CLAVE RENOMBRADA

3. Registro de combustibles en el círculo de 400 m², excepto el área de transectos

[illegible]

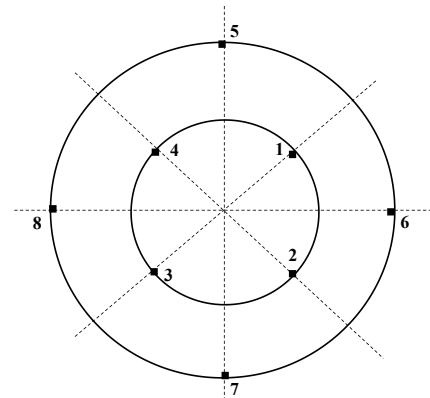
CODIGOS PARA REGISTRO DEL TIPO DE MANTILLO

Abreviación	Tipo	Abreviación	Tipo	Abreviación	Tipo
HP	de pino	MP	Madera	MU	Musgo
HL	de latifoliadas	RD	Roca desnuda	OS	*Otros
HA	de <i>Abies</i>	CO	Corteza	NC	No contiene

D. LEVANTAMIENTO DE MUESTRAS DE SUELO

Punto	Profundidad real (cm)	Peso total del suelo (gr)	Observaciones
1 NE			
2 SW			
3 SE			
4 NW			
5 N			
6 E			
7 S			
8 W			

Suelo a la profundidad de 0-30 cm

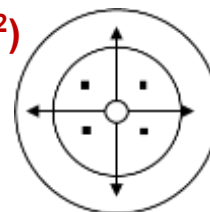


La colecta de la muestra de suelo es del total pesado (8 muestras)

Carbono+

FORMATO 3. Registro de información de herbáceas (1 m²)

NOTA: Se indica el cuadrante NE, SE, SW, NW de la toma de muestra



A. REGISTRO DE PESOS DE BIOMASA DE HERBACEAS

Nombre científico	Nombre común	Peso fresco total (g)

Peso total de toda la colecta

[illegible][illegible][illegible]

[illegible]

[illegible]

Clave	Daño	Clave	Daño	Clave	Daño
1	Ausencia de daño	5	Insectos	9	Pastoreo
2	Daño humano directo	6	Viento	10	Aprovechamientos
3	Plantas parásitas	7	Enfermo	11	Rayos
4	Incendios	8	Roedores	12	Otros

[illegible][illegible][illegible][illegible]

[illegible]

Clave	Daño	Clave	Daño	Clave	Daño
1	Ausencia de daño	5	Insectos	9	Pastoreo
2	Daño humano directo	6	Viento	10	Aprovechamientos
3	Plantas parásitas	7	Enfermo	11	Rayos
4	Incendios	8	Roedores	12	Otros

[illegible]

Nota importante: Respecto a la numeración, se empleará el número consecutivo al último número de la tabla anterior

[illegible]

[illegible]

CLAVES PARA REGISTRO DEL TIPO DE DAÑO

Clave	Daño	Clave	Daño	Clave	Daño
1	Ausencia de daño	5	Insectos	9	Pastoreo
2	Daño humano directo	6	Viento	10	Aprovechamientos
3	Plantas parásitas	7	Enfermo	11	Rayos
4	Incendios	8	Roedores	12	Otros



7. APÉNDICE 3. CRITERIOS PARA MEDIR EL DIÁMETRONORMAL

La identificación del diámetro normal debe considerar las condiciones físicas del árbol y del terreno. La Figura A3.1 presenta diferentes casos de crecimiento arbóreo con respecto a la pendiente

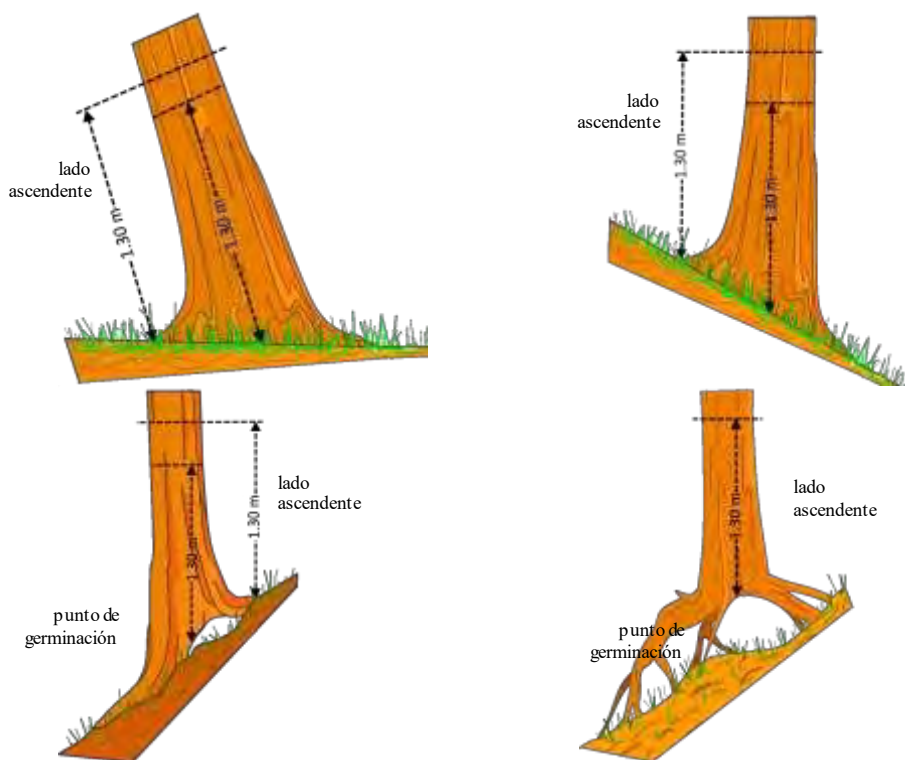


Figura A3.1. Determinación de la altura de 1.30m para la medición del diámetro normal del árbol.

Los fustes que presentan aletones o contrafuertes, típicos de selvas, serán medidos a partir de la base (altura donde el tronco del árbol no tenga variación o mantenga sus dimensiones).

Los árboles con bifurcaciones por debajo de 1.30m serán medidos como dos o más individuos por separado de la misma especie (Figura A3.2).

La Figura A3.3 describe la medición del diámetro normal de árboles torcidos. En este caso se debe seguir la forma del tronco con la cinta para la medición del 1.30 m.

Los árboles que presentan alguna protuberancia si el 1.30 m coincide con alguna malformación del tronco, el diámetro normal se medirá en la parte inferior o superior del daño, es decir donde el tronco retome su forma regular (Figura A3.4).

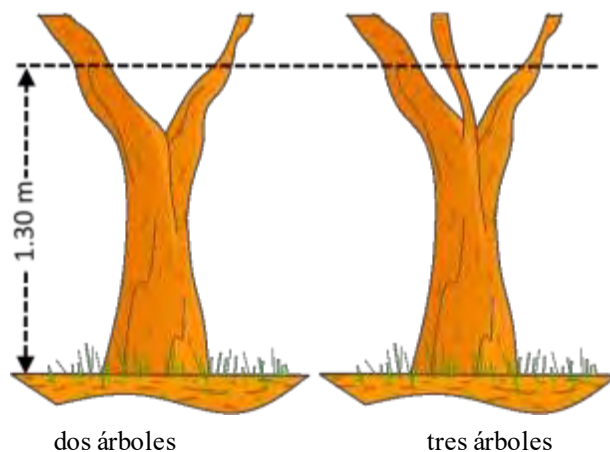


Figura A3.2. Criterios para la medición del diámetro normal en árboles con bifurcaciones especiales.

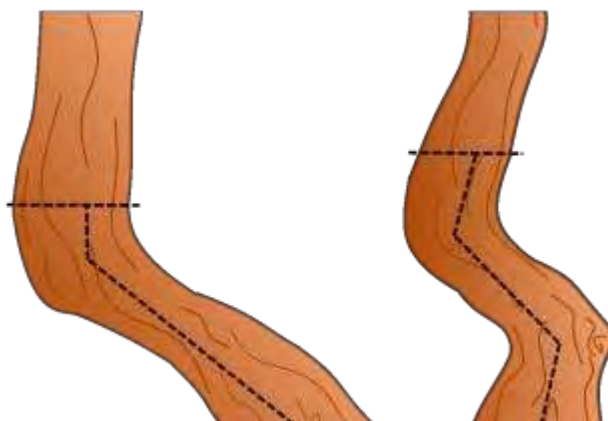


Figura A3.3. Criterios para la medición del diámetro normal en árboles torcidos

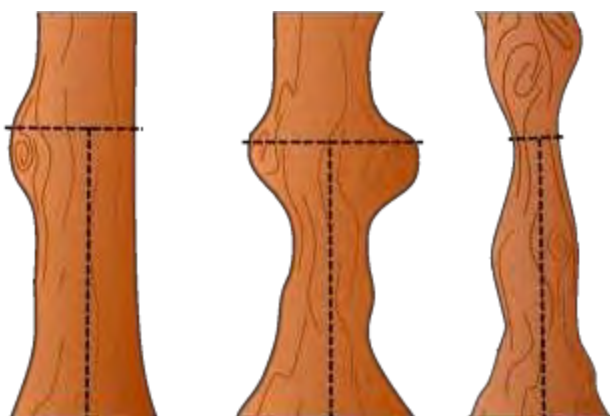


Figura A3.4. Criterios para la medición del diámetro normal en árboles con protuberancias

Si el diámetro normal coincide con alguna ramificación se deberá realizar la toma por debajo o encima de la misma, en la forma regular del tronco. Si la medición del 1.30 m coincide con una bifurcación del tronco la cual afecta su forma regular, se toman las medidas como 2 árboles. (Figura A3.5).

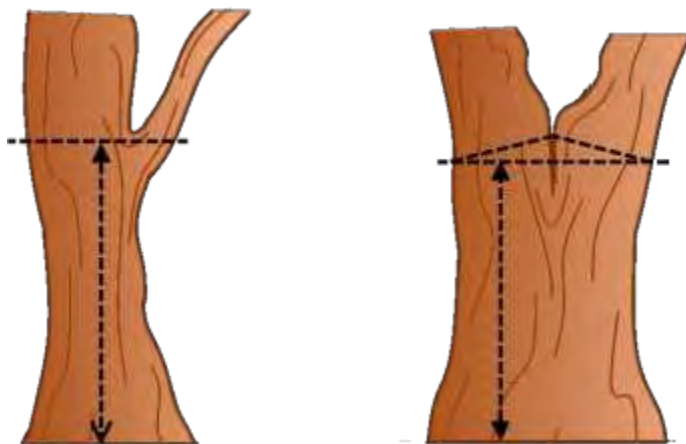


Figura A3.5. Criterios para la medición del diámetro normal en árboles con ramas o bifurcados al 1.30m

Los árboles quebrados con una altura mayor a 60 cm no son considerados tocones. Por lo anterior se considerará el diámetro normal convencional (1.30 m). En caso de no alcanzar la altura de medición se registrará el diámetro integro más cercano a la punta de la madera más alta (Figura A3.6).



Figura A3.6. Criterios para la medición del diámetro normal en árboles quebrados

En el caso de los individuos del género *Opuntia* se realizará en individuos que tengan un tallo bien definido, permitiendo tomar la medida al 1.30 m. En las cactáceas columnares no se medirá el diámetro normal.

8. APÉNDICE 4. Mediciones de altura con el clinómetro

El clinómetro es un equipo usado para la medición de ángulos. El equipo es usado en campo por múltiples razones, donde sobresale la medición de la pendiente del terreno y la medición de la altura de los árboles. El clinómetro tiene usualmente dos conjuntos de unidades para la medición de ángulos: lado derecho: por ciento (%) y lado izquierdo: grados (°).

Para medir un ángulo con el uso de un clinómetro (Figura A.4.1):

- Tomar el resorte del clinómetro y traerlo hacia el ojo dominante (el resorte del clinómetro debe estar debajo de la pieza de ojo, extendiéndolo hacia abajo).
- Conservar ambos ojos abiertos y simultáneamente mirar al objeto que se quiere medir a la distancia y ver los números a través del clinómetro.
- Registrar el % o grados en el punto que cruza lo que se está midiendo.

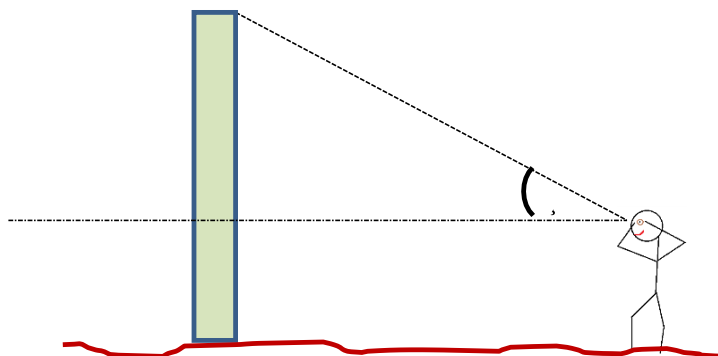


Figura A4.1. Medición del ángulo con el uso de un clinómetro.

La altura de árboles, palmas y otras cosas es comúnmente hecha al crear dos ángulos rectos. La distancia entre el objeto y la persona midiendo es medida y dos ángulos son medidos. La altura actual es calculada por trigonometría durante el análisis de datos.

- Caminar alrededor del árbol y encontrar el mejor lugar para ver el tope del árbol.
- Pararse lo suficientemente lejano al árbol de tal manera que el tope del árbol sea menor a 90 grados arriba de la línea de visión
- Medir la altura total del árbol (ver figura siguiente)
 - Siempre pararse pendiente arriba. Pararse pendiente abajo solo cuando no hay otra opción.
 - Usando el clinómetro, medir el ángulo arriba de la pendiente en % al tope del follaje del árbol ($a\%$)
 - Usando el clinómetro, medir el ángulo en la base del árbol ($b\%$)
 - Usando la cinta u otra opción de medición medir la distancia del ojo de la persona midiendo el árbol hasta el árbol ($Dist_{arb}$) en metros. Revisar que la

- distancia medida esta horizontal y no inclinada. Registrar la distancia horizontal al 0.1 m más cercano.
- v. En caso de dudas o para reducir errores de medición, realizar una nueva medición de la altura posicionado en otro lugar de observación.

La Figura A.4.2 Muestra ejemplos de toma de mediciones con el clinómetro.

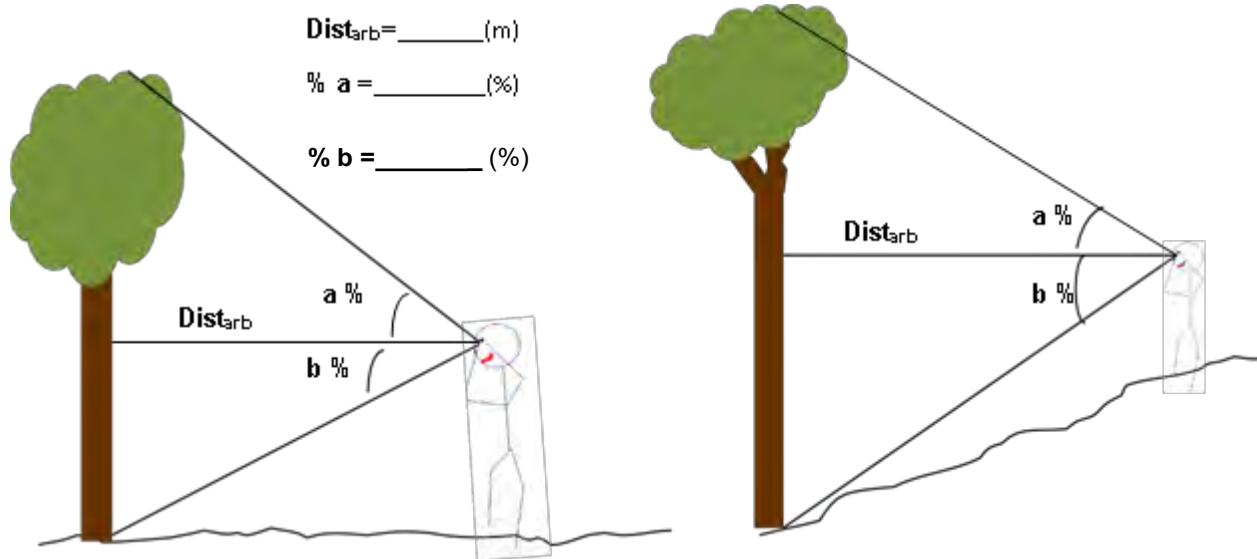


Figura A4.2. Medición en campo de la altura de un árbol

9. APÉNDICE 5. Pre-Proceso de muestras colectadas en el muestreo

La muestra total de la parcela de herbáceas debe ser abierta y secada (al sol o con el uso de horno solar o de focos). Secada la muestra, registrar el peso total. Tomar una muestra alícuota (después de cuartear para homogenizar) de 250 g para enviar a laboratorio para determinación de la concentración de carbono orgánico.

Para el caso de material muerto colectado, diferentes grados de putrefacción, este debe ponerse a secar (horno solar o con focos o al aire), para evitar que el proceso de putrefacción continúe. Cuando las muestras se sequen al aire, enviar a laboratorio para determinaciones de densidad de la madera (prueba de muestra con parafina por desplazamiento de agua) y determinaciones de la concentración del carbono orgánico.

Los suelos no deben ser almacenados húmedos, ya que afecta las determinaciones del carbono orgánico de los suelos (COS). Si no es posible el secado inmediatamente después de recibir las muestras, éstas deben ser almacenadas en cuartos oscuros a una temperatura de 4° C para reducir la actividad microbiana, por un periodo no mayor de 28 días.

El protocolo del pre-procesamiento de las muestras de suelos en el sitio central de colecta consta de las siguientes actividades (muestreo compuesto de 8 muestras):

- Pesar la bolsa de muestra del suelo recibida con una balanza de precisión de 5 g o menor. Al peso debe descontarse el peso de la bolsa (datos del fabricante o proveniente de pesadas de las bolsas).
- La muestra compuesta recibida de campo, deben ser secada en un horno solar o con focos incandescentes fabricado para eso o simplemente colocadas sobre hule negro para su secado al sol. Debe conservarse la totalidad del suelo recibido.
- Con la muestra del suelo relativamente seca y colocada sobre el hule negro, utilizar un mazo con cubierta de goma o material similar para romper los agregados del suelo mayores a 2 mm, tratando de no aplicar demasiada fuerza para romper las partículas minerales del suelo.
- Terminado el proceso previo, usar una malla de tamiz de 2 mm (2,000 micras) para pasar la muestra total, después de su agitación manual moderada. Pesar (precisión 1 g) lo retenido en la malla de 2 mm y lo que paso por la malla. Repetir el procedimiento hasta acabar el proceso del tamizado de toda la muestra compuesta. Sumar lo que paso a la malla de 2 mm y lo retenido. Estos datos son críticos para la determinación de la densidad aparente.
- Las raíces y otros constituyentes orgánicos > 2 mm deben ser removidos del suelo. Pesar las remociones realizadas.
- Con el material disgregado, solo para lo que paso la malla de 2 mm, homogeneizar (cuarteos) la muestra compuesta.
- Colectar una submuestra de alrededor de 250 g (pesarla, precisión 1 g) del suelo homogeneizado.
- Colectar una muestra representativa de la submuestra de 10-20 g para determinar el contenido de humedad con base a masa (ASTM D4959-16 o Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000).
- El material que paso la malla de 2 mm debe ser analizado por su contenido de carbonatos al adicionar gotas de HCl (ácido clorhídrico) al 10 % y anotar la reacción del carbonato de la matriz del suelo de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro A.5.1. Reacción del suelo a carbonatos.

Código	% carbonatos	Descriptor	Descripción de la reacción
N	0	No calcáreo	No detectable visiblemente, ni efervescencia audible
SL	≈ 0 - 2	Ligeramente calcáreo	Se escucha la efervescencia, pero no es visible
MO	≈ 2 -10	Moderadamente calcáreo	Efervescencia visible
ST	≈ 10 -25	Fuertemente calcáreo	Efervescencia fuertemente visible. Las burbujas forman poca espuma
EX	≈ > 25	Extremadamente calcáreo	Reacción extremadamente fuerte. Se forma la espuma espesa rápidamente

- Colocar en bolsa de plástico etiquetada (misma etiqueta que la de campo) para envió a laboratorio.

FORMATO DE CONTROL DE PRE-PROCESAMIENTO DE MUESTRAS COMPUESTAS DE SUELO

ID muestra suelo	Peso total inicial (g)	Peso bolsa (g)	Peso fracción fina (< 2 mm)	Peso fracción gruesa (> 2mm)	Peso de raíces (> 2 mm) y material orgánico (g)	Humedad Suelo (%)	Código de la reacción de carbonatos

Para el caso de los muestreos individuales (sitios DAP), el proceso es el siguiente:

- Pesar todas las bolsas de muestras del suelo recibidas con una balanza de precisión de 1 g o menor. Al peso debe descontarse el peso de la bolsa (datos del fabricante o proveniente de pesadas de las bolsas).
- Las muestras individuales recibidas de campo, deben ser secadas en un horno solar o con focos incandescentes fabricado para eso o simplemente colocadas sobre hule negro para su secado al sol. Debe conservarse la totalidad del suelo recibido.
- Con las muestras del suelo relativamente secas y colocadas sobre el hule negro, utilizar un mazo con cubierta de goma o material similar para romper los agregados del suelo mayores a 2 mm, tratando de no aplicar demasiada fuerza para romper las partículas minerales del suelo.
- Terminado el proceso previo, usar una malla de tamiz de 2 mm (2000 micras) para pasar la muestra total, después de su agitación manual moderada. Pesar (precisión 1 g) lo retenido en la malla de 2 mm y lo que paso por la malla. Repetir el procedimiento hasta acabar el proceso del tamizado. Sumar lo que paso la malla de 2 mm y lo retenido. Estos datos son críticos para la determinación de la densidad aparente.
- Las raíces y otros constituyentes orgánicos > 2 mm deben ser removidos del suelo. Pesar las remociones realizadas.
- Colectar el total que paso la malla de 2 mm.
- Colectar una muestra representativa de la muestra de 10-20 g para determinar el contenido de humedad con base a masa (ASTM D4959-16 o Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000).
- El material que paso la malla de 2 mm debe ser analizado por su contenido de carbonatos al adicionar gotas de HCl (ácido clorhídrico) al 10 % y anotar la reacción del carbonato de la matriz del suelo de acuerdo al cuadro A.5.1.
- Colocar en bolsa de plástico etiquetada (misma etiqueta que la de campo) para envío a laboratorio.

El Formato de control de las muestras de suelo es el mismo que el usado para las muestras compuestas

Para el caso de muestras de hojarasca y capa de fermentación, compuestas (8 muestras) e individuales (DAP), el procedimiento de pre-muestreo es el siguiente:

- Secar todas las muestras en un horno solar o con focos incandescentes fabricado para eso o simplemente colocadas sobre hule negro para su secado al sol. Debe conservarse la totalidad del material recibido.
- Para la muestra compuesta (8 muestras), pesarse (precisión 1 g) al secarse totalmente el material.
 - Colocarse sobre hule negro y mezclarse las 8 muestras (cuarteo) hasta su homogeneización.
 - Colectar muestra de alrededor de 200 g y etiquetarla (mismo identificador que usado en campo)
 - Envió para laboratorio.
- Realizar el mismo procedimiento para las muestras DAP, una sola muestra.