



Programa Mexicano del Carbono

Una REDD
para SALVAR la SOMBRA de la
Sierra Madre de Chiapas

**Manual de Procedimientos
Inventario Rápido de Carbono +**

Red de Puntos de Control

Coordinador del Proyecto:

DR. FERNANDO PAZ PELLAT

Colaboradores:

- M. en C. Antoine Libert Amico
- M. en C. Julio César Wong González

Versión 2.0 (Junio de 2016)

FORMA DE CITAR EL DOCUMENTO:

Programa Mexicano del Carbono, A.C. 2015. Una REDD para SALVAR la SOMBRA de la Sierra Madre de Chiapas. Manual de Procedimientos Inventario Rápido de Carbono+. Red de Puntos de Control. Coordinador: Fernando Paz Pellat. Colaboradores: Antoine Libert Amico y Julio César Wong González. Texcoco, Estado de México. 39 p.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
Contenido y captura de carbono en la vegetación.....	1
Almacenes de carbono en las comunidades vegetales	2
1 Biomasa viva sobre el suelo	2
2 Biomasa viva por debajo del suelo	2
3 Biomasa muerta sobre el suelo	2
4 Mantillo	2
5 Suelo.....	3
Personal para trabajo de campo del Inventario Carbono+ Puntos de control	3
Nomenclatura de las parcelas.....	4
Punto GPS (coordenadas)	7
FORMATO 1. INFORMACIÓN DE LA PARCELA DE CARBONO +	8
A. Información de la parcela de carbono +	8
B. Referencia de ubicación del centro de la parcela.....	8
FORMATO 2.1 SOMBRA	8
A. Comunidad y desarrollo vegetal	9
B. Estrato dominante	10
C. Forma de vida presente	11
D. Fenología	12
E. Cobertura de los estratos	12
F. Clases diamétricas	13
G. Especies de árboles	14
H. Especies de arbustos	15
FORMATO 2.2 CAFETAL	15
Caracterización del Cafetal.....	15
A. Densidad y altura promedio.....	15
A. 1. Diámetro y altura	15
B. Estructura del cafetal	15
C. Cobertura de los estratos (Café).....	17
D. Plaga	18
FORMATO 3. REGISTRO DE INFORMACIÓN DE MANTILLO Y SUELO	18
A. Muestreo de DAP (Densidad Aparente) por método del cilindro.....	19

B. Erosión del suelo.....	21
C. Fotografías Zenit y Nadir.....	23
D. Fotografías panorámicas.....	24
E. Historia del lugar y presencia de especies.....	25
F. Conteo de árboles técnica de Bitterlich.....	25
G. Representatividad espacial.....	27
Agregar dato del área del cafetal muestreado.....	27
H. Acidez de suelos.....	27
Conclusión del punto de control.....	27
Entrega de captura de formatos.....	28
2. LITERATURA CITADA	28
3. APÉNDICE 1. FORMATO DE CAMPO.....	30

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1. EQUIPO DE CAMPO POR BRIGADA	4
CUADRO 2. ELEMENTOS DEL IDENTIFICADOR DEL PUNTO DE CONTROL DEL INVENTARIO CARBONO+	4
CUADRO 3. CLAVE DEL ESTADO	4
CUADRO 4. CLAVE DE LAS REGIONES	4
CUADRO 5. CLAVES DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN	5
CUADRO 6. CLAVE DEL TIPO DE PARCELA	7
CUADRO 7. CÓDIGOS PARA EL REGISTRO DEL TIPO DE MANTILLO.....	20
CUADRO 8. DATOS HISTÓRICOS DE LA PARCELA.....	25

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ALMACENES DE CARBONO EN LAS COMUNIDADES VEGETALES.	2
.....	6
FIGURA 2. REGIONES SOCIOECONÓMICAS DE CHIAPAS.....	6
FIGURA 3. FOTOGRAFÍA DE GPS EN EL PUNTO CENTRAL DE LA PARCELA (01).	7
FIGURA 4. DESCRIPCIÓN DE BOSQUES Y SELVAS.	9
FIGURA 5. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTRATOS DOMINANTES EN LA PARCELA DE MEDICIÓN.	10
FIGURA 6. CARACTERÍSTICAS DE LAS FORMAS DE VIDA.....	11
FIGURA 7. TIPOS DE FENOLOGÍA PRESENTES EN SELVAS Y BOSQUES.	12
FIGURA 8. DESCRIPCIÓN DE LOS ESTRATOS VEGETALES DE ACUERDO A SU ALTURA.	13
FIGURA 9. CLASES DIAMÉTRICAS CON SU RESPECTIVA ABUNDANCIA.	14
FIGURA 10. ESTRUCTURA DE CAFETALES.	16
FIGURA 11. ESCALAS PARA EVALUAR SEVERIDAD Y PORCENTAJE DE DEFOLICACIÓN EN PLANTA.	18
FIGURA 12. CUADRO DE 30X30CM PARA CAPA DE HOJARASCA, FERMENTACIÓN Y SUELO (02).	19
FIGURA 13. CILINDRO DE METAL PARA LA TOMA DE MUESTRA DE SUELO DEL PUNTO DAP	19
FIGURA 14. EJEMPLO DE ETIQUETADO DE LAS MUESTRAS DEL PUNTO DAP.	20
FIGURA 15. BARRENO DE TUBO PARA LA EXTRACCIÓN DE SUELO	20
FIGURA 16. TIPOS DE EROSIÓN EN CÁRCAVAS, SURCOS Y LAMINAR.....	21
FIGURA 17. EJEMPLO DE EROSIÓN EÓLICA EN PEDESTAL, TOLVANERA O BARRIDO CON DEPOSICIÓN.	22
FIGURA 18. FOTOGRAFÍA ZENIT.	23
FIGURA 19. UBICACIÓN DE PUNTOS PARA FOTOGRAFÍAS ZENIT Y NADIR.	24
FIGURA 20. FOTOGRAFÍA NADIR.....	24
FIGURA 21. FOTOGRAFÍAS PANORÁMICAS NORTE Y SUR.	25
FIGURA 22. DEFINICIÓN DE ÁREA BASAL	25
FIGURA 23. POSICIONAMIENTO DEL RELASCOPIO DE BITTERLICH.	26
FIGURA 24. EJEMPLO DE CONTEO PARA UNA $k=2$. EN ESTE EJEMPLO EL TOTAL DEL CONTEO SERÁ $1 + 0.5 = 1.5$	26
FIGURA 25. CASOS ESPECIALES DE BIFURCACIÓN EN FUSTES Y LA FORMA CORRECTA DE MEDIRLOS CON EL RELASCOPIO SIMPLE.	26
FIGURA 26. EJEMPLO DE LA REPRESENTACIÓN ESPACIAL DE LA PARCELA DE MUESTREO.	27
FIGURA 27. CARPETAS DE RESPALDO DE INFORMACIÓN.	28
FIGURA 28. CARPETA DE PUNTO DE CONTROL CON ARCHIVOS DE ENTREGA.....	28

1. INTRODUCCIÓN

Desde 2012, una serie de brotes atípicos de roya del cafeto (causados por el hongo *Hemileia vastatrix*) ha generado fuertes pérdidas en las cosechas de café en la Sierra Madre de Chiapas, una región conocida por producir café de alta calidad en condiciones amigables con el ambiente (la Sierra Madre contiene tres Áreas Naturales Protegidas federales). México es líder mundial en la producción de café orgánico y, la Sierra Madre contribuye de forma contundente a este logro, con cafetales bajo sombra diversificada que favorecen la biodiversidad. Las pérdidas en producción asociadas a la roya del cafeto han hecho que, por primera vez en siglos, en 2016 México importará más café del que produce: se importaron unos 3 millones de sacos de café (particularmente de Robusta para el consumo nacional de café soluble), mientras que la producción nacional del ciclo 2015/2016 fue de aproximadamente 2.5 millones de sacos (mayoritariamente de cafés Arábigos exportados a USA, Europa y Japón).

La presente epidemia de roya del café ha tomado por sorpresa los cafeticultores, sus organizaciones y las instituciones de gobierno relevantes, quienes han demostrado dificultad en entender el impacto de los brotes atípicos que se han difundido desde México hasta Perú y, en proponer respuestas (ver Avelino et al., 2015; McCook y Vandermeer 2015). Mientras que la pérdida de ingresos para comunidades de la región ha generado riesgos para la seguridad alimentaria, aumentos en la migración y conflictos sociales, la epidemia de la roya ha fomentado el cambio de uso de suelo en la zona, con impactos correspondientes en los ecosistemas. Al perder sus cafetales, se observa un cambio de uso de suelo de cafetales bajo sombra a milpa (maíz y frijol) o, donde los terrenos lo permiten, a pastizales (favorecido por el alto precio del ganado en pie).

Con relación al pilar ambiental, este manual complementa el trabajo del Programa Mexicano del Carbono en la medición de carbono en paisajes cafetaleros de la Sierra Madre de Chiapas, junto con la realización de un inventario de biodiversidad en paisajes cafetaleros y en paisajes donde se ha visto un cambio de uso de suelo de café bajo sombra a otras actividades agropecuarias. Asimismo el manual presenta los procedimientos para inventarios rápidos de carbono y para el establecimiento simultaneo de puntos de control para el análisis geoespacial de cafetales usando sensores remotos.

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 (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 estructura, clima y manejo, así como entre ecosistemas y tipos de vegetación (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 1) (IPCC, 2003).

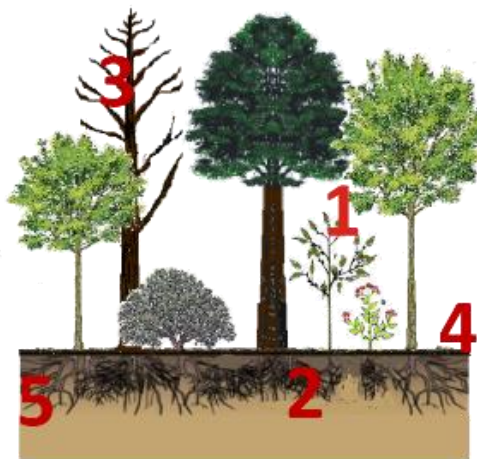


Figura 1. Almacenes de carbono en las comunidades vegetales.

1 Biomasa viva sobre el suelo

Toda la biomasa viva que se encuentra sobre el suelo, con inclusión de tallos, ramas, corteza, semillas y follaje, de árboles, arbustos y herbáceas

2 Biomasa viva por debajo del suelo

Toda la biomasa viva 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.

3 Biomasa muerta sobre el suelo

Comprende toda la biomasa no viva, no contenida en el mantillo, ya sea en pie, superficial o en el suelo. La madera muerta comprende la que se encuentra en la superficie, raíces muertas y tocones.

4 Mantillo

Comprende toda la biomasa no viva que yace muerta, en varios estados de descomposición sobre el suelo mineral u orgánico. Comprende las capas de hojarasca y horizonte de fermentación.

5 Suelo

Comprende el carbono orgánico en suelos minerales y orgánicos (incluida la turba) a una profundidad especificada elegida por el país y aplicada coherentemente mediante las series cronológicas. Las raíces finas vivas se incluyen con la materia orgánica del suelo cuando no pueden distinguirse empíricamente de ella.

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

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.

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.

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 de IPCC (2003).

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

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 para cuantificar las incertidumbres a fin de mejorar los inventarios futuros.

Personal para trabajo de campo del Inventario Carbono+ Puntos de control

El inventario de los puntos de control, será desarrollado por una brigada de campo conformada por dos personas, un especialista en levantamientos de Carbono, un y un ayudante en general. La red de puntos de control consiste en puntos de muestreos de rápida ejecución y están orientados a obtener datos para escalar (interpolar) la información terrestre a una mayor cobertura espacial. La red de puntos de control, está diseñada para tener una gran cobertura espacial de sitios de medición, por lo que éstos podrán establecerse durante los trayectos en sitios de muy fácil acceso, es decir muy próximos a las carreteras o caminos por donde se viaja, pero que sean representativos del tipo de cafetales de interés en la zona. Se debe poner especial cuidado en realizar las mediciones en un área que no presente perturbaciones debidas a la cercanía con la carretera o camino.

La brigada deberá preparar el material previo a la salida de campo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Equipo de campo por brigada

Material		
Camioneta	GPS, Brújula y Clinómetro	Reloscopio Bitterlich
Minilaptop (160Gb en disco duro y 1Gb en RAM).	Cámara digital réflex con disparador, bastón, soporte.	Barreno de tubo y Cilindro para densidad aparente de 2" de diámetro. Varilla de profundidad de 1.5 m.
Tablas de apoyo y Formatos de puntos de control.	Báscula 5000 g de precisión 1 g y baterías.	Marcador permanente negro, lápices, making tape.
Marro de acero y pala recta.	Cuadro de PVC de 30x30 cm pintado de color naranja.	Regla graduada de metal y vernier.

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 2). Ver apéndice 1 para formato de campo.

Cuadro 2. Elementos del identificador del punto de control del Inventario Carbono+

ESTADO	REGIÓN	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 Geoadministrativas Estatales, Municipales y Localidades del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Clave del Estado

Clave	Estado
0 7	Chiapas

Los siguientes dos dígitos corresponden a la región. El Estado de Chiapas considera 15 regiones socioeconómicas propuestas por el CEIEG, Gobierno del Estado (ver Cuadro 4 y Figura 2).

Cuadro 4. Clave de las Regiones

Clave	Región	Clave	Región
0 1	Metropolitana	0 9	Istmo Costa
0 2	Valles Zoque	1 0	Soconusco
0 3	Mezcalapa	1 1	Sierra Mariscal
0 4	De Los Llanos	1 2	Selva Lacandona
0 5	Altos Tsotsil Tseltal	1 3	Maya
0 6	Frailesca	1 4	Tulijá Tseltal Chol
0 7	De Los Bosques	1 5	Meseta Comiteca Tojolabal
0 8	Norte		

Cuadro 5. Claves de los tipos de vegetación

Estratificación para el INFyS 2004–2009		Clases de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI	
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 semiáridas
2 6	Bosque de táscate		
2 7	Matorral subtropical		
2 8	Mezquital (MKE)		
2 9	Mezquital (MK)		
3 0	Matorral submontano		
3 1	Matorral espinosos tamaulipeco		
3 2	Matorral sarcocaulle		
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

Cuadro 5 Continuación...

Estratificación para el INFyS 2004–2009		Clases de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI	
Clave	Nombre	Clave	Nombre
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
		5 7	Pastizal natural
8	Pastizales	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	Sin vegetación	6 5	Áreas sin vegetación aparente (dunas continentales, erosión)
		6 6	Áreas desprovistas de vegetación (efecto humano)
		6 7	Urbano

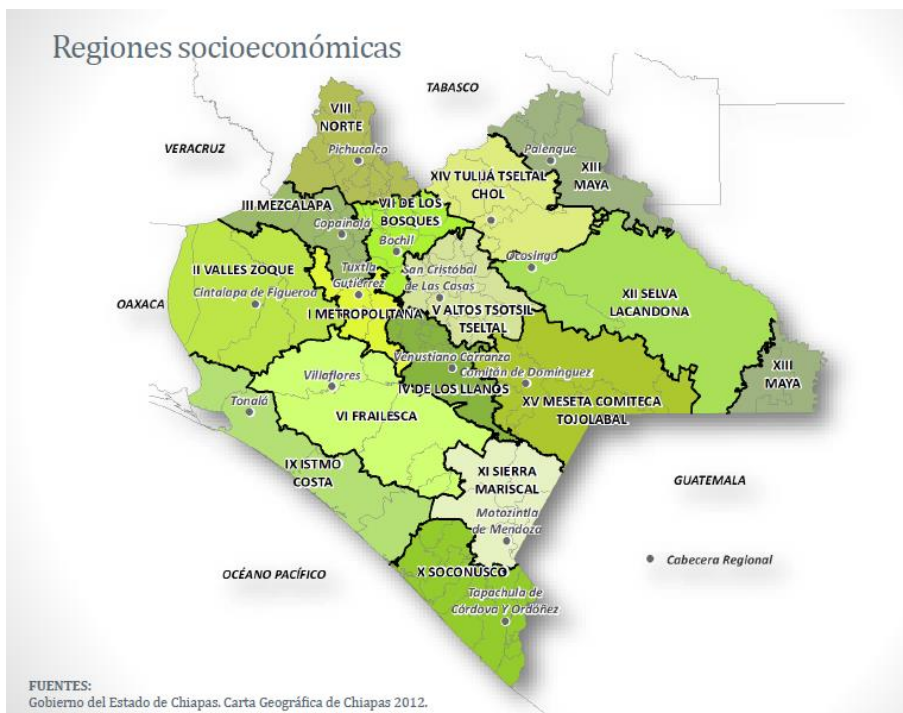


Figura 2. Regiones socioeconómicas de Chiapas.

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).

Los siguientes cuatro dígitos corresponden al número de punto, este tendrá que ser consecutivo (0001, 0002, 0003....). El último cuadro corresponde al tipo de parcela (Cuadro 6).

Cuadro 6. Clave del tipo de parcela

Clave	Tipo de parcela
P	Punto de control

Punto GPS (coordenadas)

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

Una vez ubicado el punto de control, con la cámara réflex se captura una fotografía del 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 3).



Figura 3. Fotografía de GPS en el punto central de la parcela (01).

FORMATO 1. INFORMACIÓN DE LA PARCELA DE CARBONO +

A. Información de la parcela de carbono +

Se registra el identificador de la parcela Carbono+, que es tipo P (punto de control).

Identificador Carbono+	0	7	1	0	7	5	2	0	0	0	1	P
	ESTADO		REGIÓN		TIPO DE VEGETACIÓN			PARCELA			TIPO	

El ejemplo indica que se trata del Estado 07 = Chiapas, región socioeconómica = 10 (soconusco), tipo de vegetación = 752 (agricultura de temporal), número de parcela = 0001 y el tipo = P (punto de control).

Se anotara el número de la brigada, los nombres completos del especialista en carbono y el auxiliar. Se registrará la fecha y hora de inicio y termino del levantamiento del punto de control.

Se registrará la superficie del punto (cafetal) muestreado en metros cuadrados (m²).

B. Referencia de ubicación del centro de la parcela

Se registran las coordenadas del punto de control Carbono+: UTM, latitud, longitud, PDOP, altitud y pendiente general con el clinómetro. Asimismo se registra el nombre de la localidad más próxima al punto de muestreo.

Posteriormente se registra la clave original y renombrada de la foto, correspondiente al GPS. Esta foto se renombra con los doce elementos del identificador y el sufijo 01. Por ejemplo 07107520001P-01.

FORMATO 2.1 SOMBRA

La descripción de la vegetación en este apartado, hace referencia únicamente a las especies de sombra en los cafetales. Se incluyen todos los árboles y arbustos que se encuentren dentro de la superficie de 1000 m².

A. Comunidad y desarrollo vegetal

Se registra si la parcela se establece al interior de una parcela es de Bosque o Selva, de conformidad con las definiciones de la Figura 4.

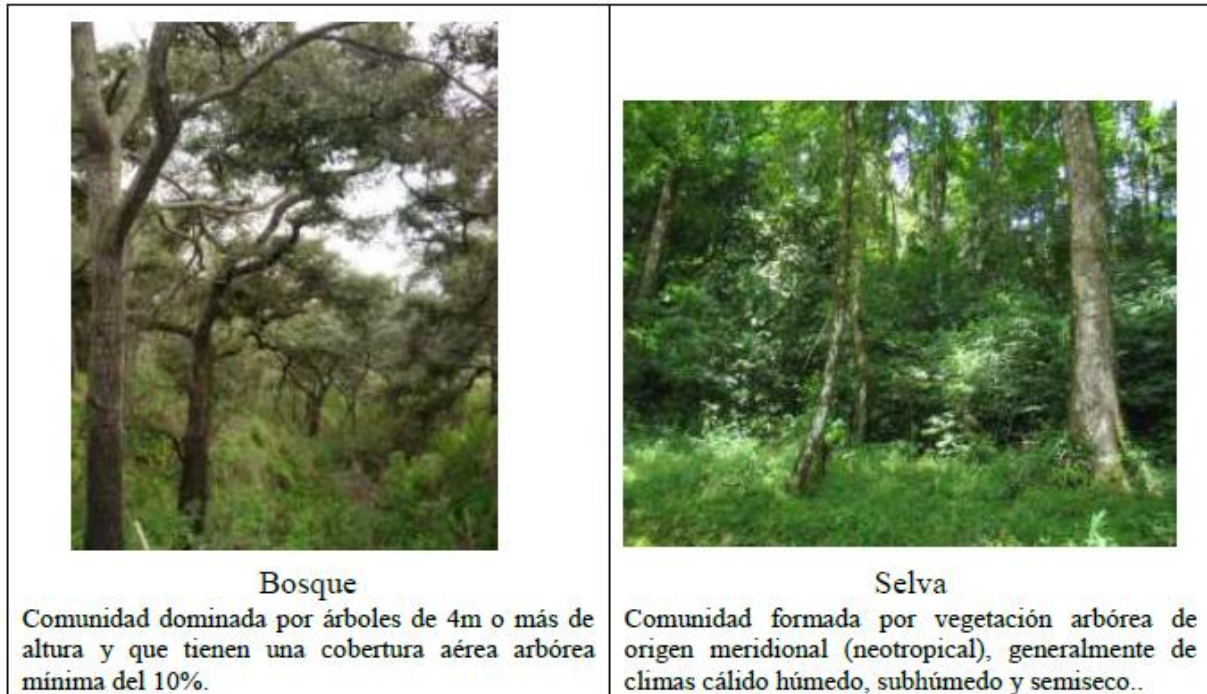


Figura 4. Descripción de bosques y selvas.

La mayor parte de las parcelas cafetaleras se localiza dentro de comunidades de selva, en climas cálidos y altitudes bajas. Las imágenes en este manual son únicamente un apoyo visual para el brigadista, es de suma importancia contar con el conocimiento y experiencia del productor para la correcta identificación de las especies presentes.

B. Estrato dominante

Se elige una opción en el formato sobre el estrato que domina en la parcela (Figura 5). Si el brigadista está ubicado en el estrato arbustivo-arbóreo, significa que en ese lugar existen los dos estratos pero que el dominante es el arbustivo. En el formato se anota de la siguiente manera:

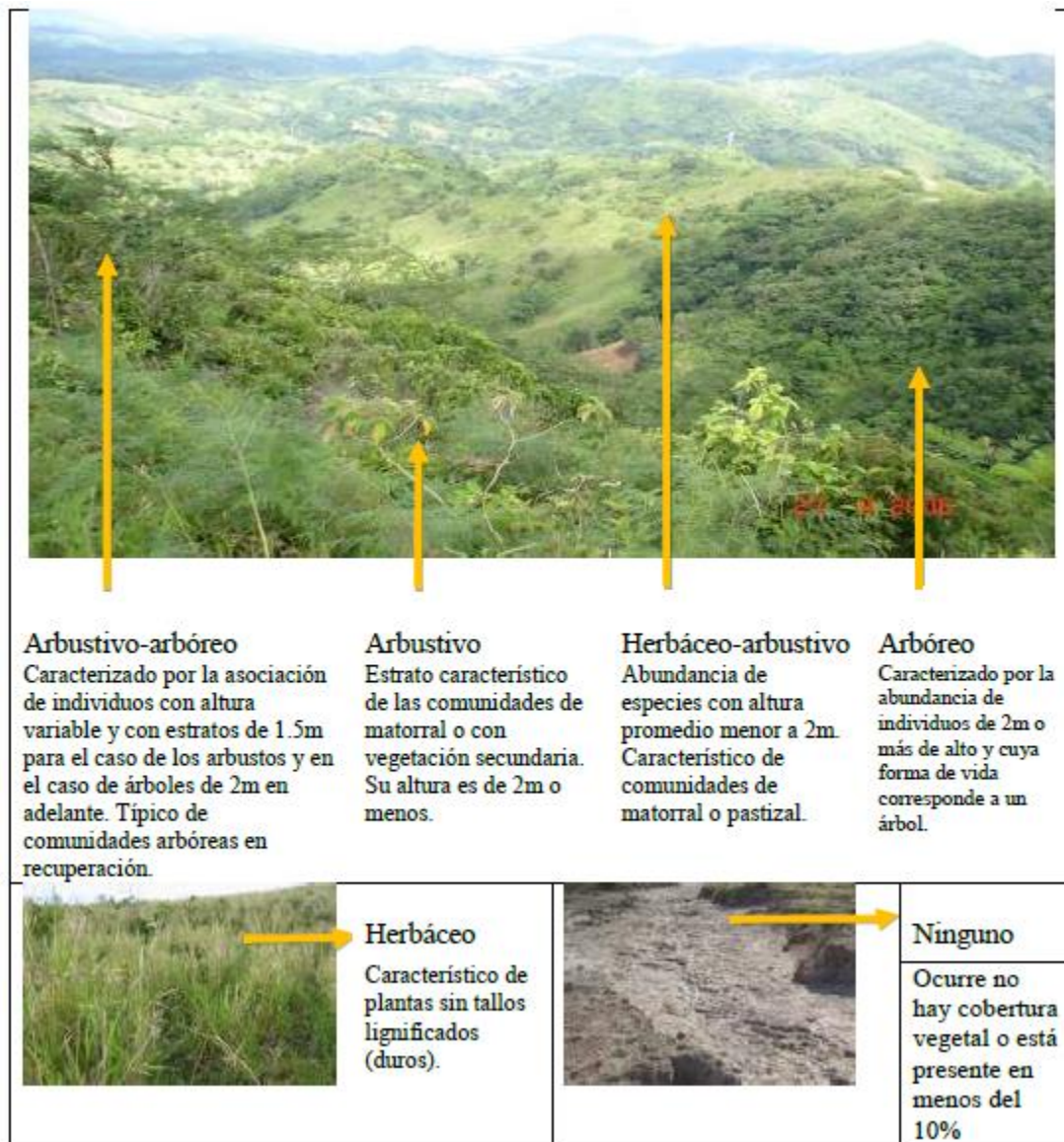


Figura 5. Características de los estratos dominantes en la parcela de medición.

C. Forma de vida presente

Se registra el número de especies encontrado para cada forma de vida (Figura 6).







 <p style="text-align: center;">Arbol</p> <p>Planta leñosa que generalmente alcanza una altura superior a 2 m, en la cual se distingue de manera clara un tronco principal</p>	 <p style="text-align: center;">Arbusto</p> <p>Planta leñosa perenne que no suele superar los 4.5m de altura y que habitualmente se ramifica desde la base</p>
 <p style="text-align: center;">Trepadoras</p> <p>Lianas que aquellas que germinan en la tierra y mantienen su contacto con el suelo, y llegan a alcanzar el dosel arbóreo</p>	 <p style="text-align: center;">Hierbas</p> <p>Plantas que no desarrollan leño en su interior. Suelen ser de consistencia blanda</p>
 <p style="text-align: center;">Pastos</p> <p>Gramíneas</p>	 <p style="text-align: center;">Epifitas</p> <p>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</p>

Figura 6. Características de las formas de vida

D. Fenología

Es una medida de la persistencia y caducidad de la hoja. Está basado en la conceptualización de INEGI (Figura 7).

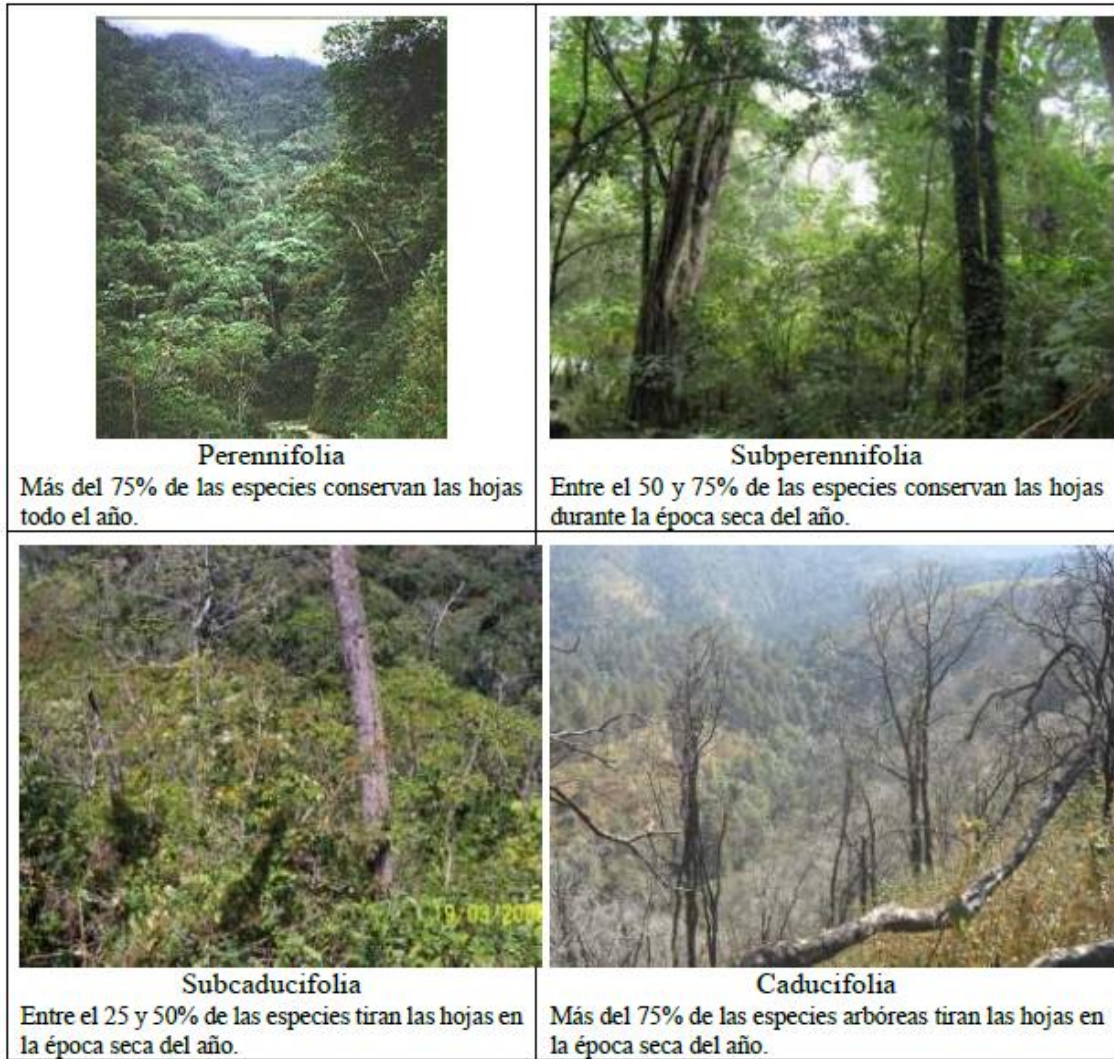


Figura 7. Tipos de fenología presentes en selvas y bosques.

E. Cobertura de los estratos

Se indica el estrato dominante por estimación visual con base en su altura representativa. Los parámetros de diagnóstico están en función de la altura y forma del estrato dominante. Primero se identifican los estratos dentro de la parcela de muestreo (Figura 8). Posteriormente, se registra la cobertura aérea de cada una de los ocho estratos descritos anteriormente. Esto es importante para mantener la dominancia del estrato arbustivo o arbóreo que es clave para la condición de bosque o selva.

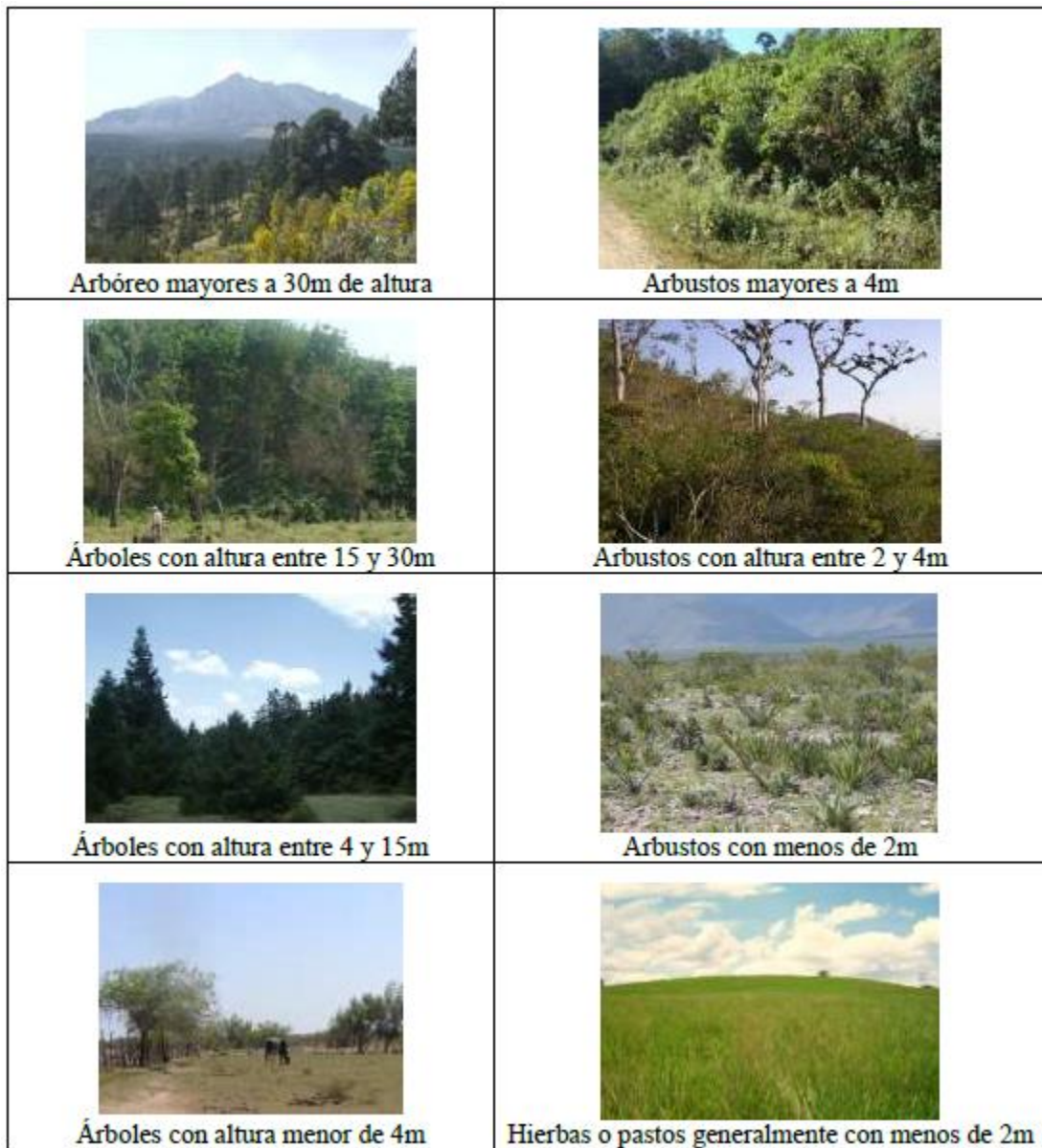


Figura 8. Descripción de los estratos vegetales de acuerdo a su altura.

F. Clases diamétricas

Para cada clase diamétrica (diámetro del tronco a la altura normal de 1.3 m) identificada visualmente, anotar la abundancia por clase (0= ausente, 1= poco, 2= medio, 3= mucho, 4= elevado). Para el caso de selvas y bosques, las clases de abundancias se determinan contando el número de individuos para clases diamétricas. En el caso de árboles ramificados éstos se consideran de forma individual. En la Figura 9 se presentan las seis clases diamétricas.







 <p>Menor a 5 cm</p> <p>0= ausencia 1= poco (1 a 5 individuos) 2= medio (6 a 15 individuos) 3= mucho (16 a 32 individuos) 4= elevado (más de 32 individuos)</p>	 <p>De 41 a 60 cm</p> <p>0= ausencia 1= poco (1 individuo) 2= medio (2 a 8 individuos) 3= mucho (más de 8 individuos)</p>
 <p>De 6 a 20 cm</p> <p>0= ausencia 1= poco (1 a 5 individuos) 2= medio (6 a 15 individuos) 3= mucho (16 a 32 individuos) 4= elevado (más de 32 individuos)</p>	 <p>De 61 a 80 cm</p> <p>Se anota en el formato el número de individuos.</p>
 <p>De 21 a 40 cm</p> <p>0= ausencia 1= poco (1 individuo) 2= medio (2 a 8 individuos) 3= mucho (más de 8 individuos)</p>	 <p>Mayor a 80 cm</p> <p>Se anota en el formato el número de individuos.</p>

Figura 9. Clases diamétricas con su respectiva abundancia.

G. Especies de árboles

Se registran el nombre científico y común de las especies arbóreas encontradas en la parcela semicuantitativa. Se indica la altura máxima de cada especie mediante un intervalo de altura no mayor a 2m para las especies con altura máxima de 8m y no mayor a 4m en las especies con altura máxima mayor a 8 m.

H. Especies de arbustos

Se registran el nombre científico y común de las especies arbustivas encontradas en la parcela semicuantitativa. Se indica la altura máxima de cada especie mediante un intervalo de altura no mayor a 1m para las especies con altura máxima de 4 m y no mayor a 2 m en las especies con altura máxima mayor a 4 m.

FORMATO 2.2 CAFETAL

Caracterización del Cafetal

En el apartado 2.2, se hará referencia a las variedades y características específicas de los individuos de café, densidad, altura, tipo de plaga, porcentaje de afectación. Se requiere de la participación de los propietarios o encargados de las parcelas para realizar la identificación de todas las variedades de café presentes.

A. Densidad y altura promedio

Se contabilizará el número de individuos de cada variedad de café por separado, dentro de la parcela de puntos de control (1000 m²). Se delimitará la superficie con una cinta los 17.84 m (o a pasos, después de calibrarlos). Asimismo, se obtendrá la altura promedio en metros de las variedades presentes.

A. 1. Diámetro y altura

Se medirá el diámetro (DAP) y altura total, de 5 individuos representativos de la misma variedad, de acuerdo a las siguientes categorías de altura: a) porte bajo < 2 m, b) porte medio de 2 a 4 m y c) porte alto > 4 m. El diámetro (cm) se medirá con un vernier y la altura (m) con un flexómetro. En aquellas variedades de café que presenten una altura menor a 1.3 m, se medirá en primer lugar la altura total de la planta y posteriormente el diámetro a la mitad de la altura. Se medirán 5 individuos de esta categoría.

B. Estructura del cafetal

La estructura del cafetal está formada por las plantas que lo conforman. En un cafetal se pueden distinguir dos elementos principales: a) la “sombra” del cafetal provista por las copas de los árboles y b) la plantación de cafetos. Para diferenciar los tipos de “sombra” de los cultivos se estudia la cantidad de epífitas en los árboles (orquídeas, tenchos o bromelias y helechos); se mide la altura de los árboles y el diámetro del tronco a la altura del pecho; se hace inventario de las especies de árboles y cuántas de éstas son de la región (endémicas), el porcentaje o cantidad de

sombra que daban. Se analiza si hay muchos individuos de diferentes especies de árbol o si hay muchos de un solo tipo y se mide cuántos niveles o estratos se distinguen en las copas de los árboles o dosel. De la plantación de cafetos se mide la densidad de plantas de café en una hectárea. Se han propuesto diferentes maneras para clasificar los cafetales (ver Moguel y Toledo 1999), sin embargo no existe un acuerdo científico sobre los criterios que deben tomarse en cuenta para clasificarlos. En resumen, puede decir que existen cuatro grandes grupos de cafetales bajo sombra: los rústicos, policultivos diversos, policultivos simples y monocultivos, además de las plantaciones con cafetos que reciben directamente la luz del sol (Figura 10).

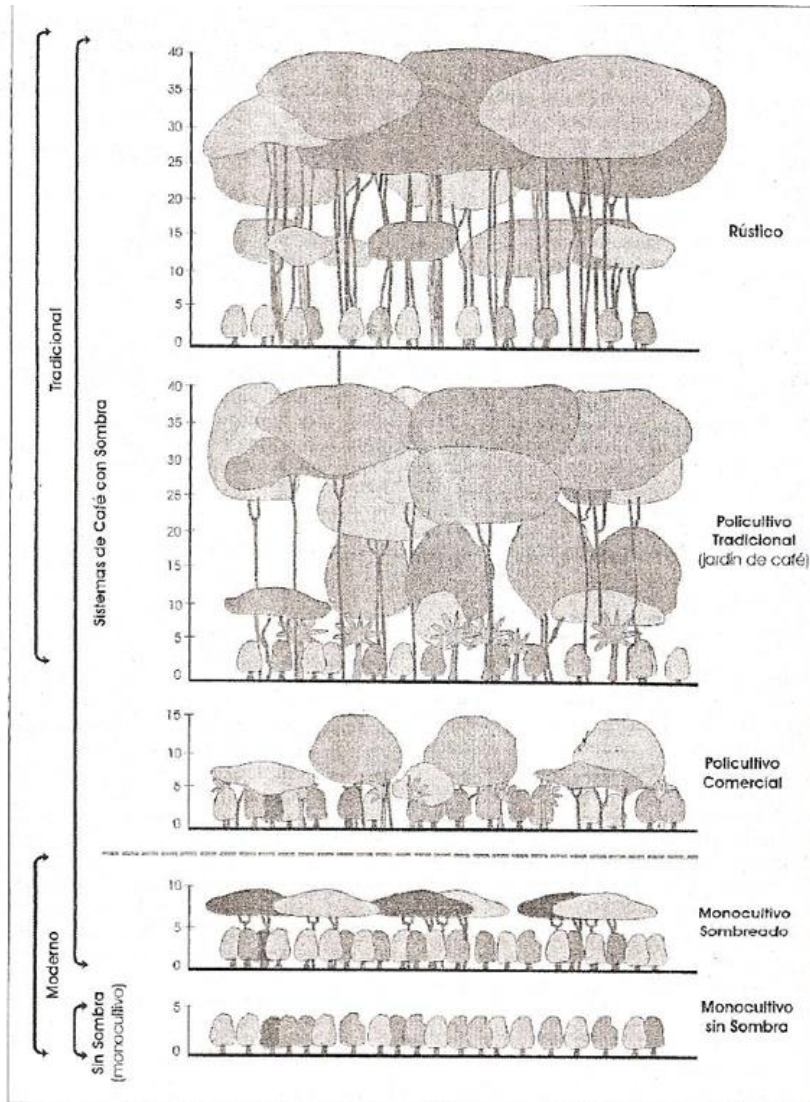


Figura 1. Cinco sistemas de siembra de café en México, muestran la complejidad vegetal, altura del dosel, y variedad de componentes (tomado de Moguel y Toledo 1999).

Figura 10. Estructura de cafetales.

Rústicos

El término rústico hace referencia a estructuras de cafetales con sombra 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 pocos (150) debido a 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 (menor a 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, lo que 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 muchas 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 (e.g. 78.5%) 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. 1,589). 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.

Monocultivos

En este tipo de estructura de finca de café es frecuente que se planten árboles 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. 4,300).

A Sol

Las plantaciones a sol no tienen árboles 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.

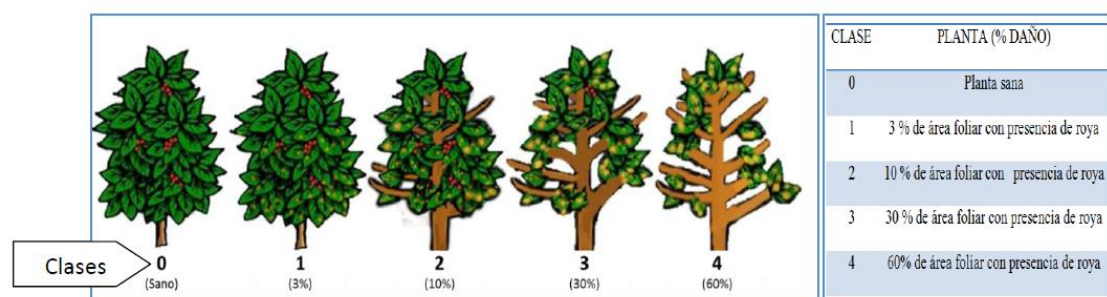
C. Cobertura de los estratos (Café)

Se registrará el porcentaje de altura de la parcela de café como especie arbustiva en cinco diferentes categorías de porcentaje (0 = ausente, 1 = menor a 10%, 2 = entre 10 y 40%, 3 = entre 40 y 75% y 4 = mayor A75%). Se indica el porcentaje de plantas de café mayor a 4 m, el porcentaje en el intervalo de 2 a 4 m y todas aquellas menores a 2 m.

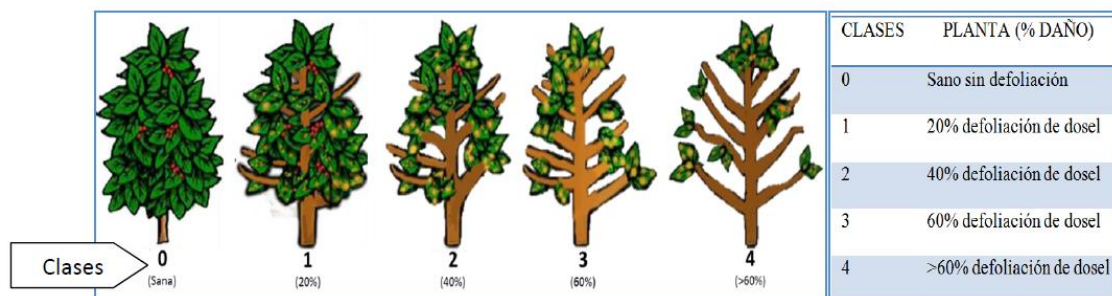
D. Plaga

Evaluación de daños por concepto de roya (*Hemileia vastatrix*)

Para evaluar el impacto de la roya se identificarán dos indicadores: 1) severidad de afectación por roya 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 11).



Escala para evaluar severidad en planta.



Escala para evaluar porcentaje de defoliación en planta.

Figura 11. Escalas para evaluar severidad y porcentaje de defolicación en planta.

La medición de las plantas se hará en un radio de 3 m a partir del centro de la parcela, en el sentido de las manecillas del reloj. Se medirán todos los individuos que estén dentro de esa superficie y se anotará el nombre científico, el tipo de plaga, la severidad y defoliación, por cada individuo presente.

FORMATO 3. REGISTRO DE INFORMACIÓN DE MANTILLO Y SUELO

A. Muestreo de DAP (Densidad Aparente) por método del cilindro

Se coloca el cuadro color naranja de 30x30cm y se captura la fotografía con la cámara réflex, a nadir elevando la cámara a 1.5m de altura, de tal manera que el cuadrado quede registrado, ver Figura 12.

Se registra el nombre original y el renombre que es por ejemplo 07107520001P-02, en el formato. Las imágenes que se obtengan serán procesadas posteriormente para obtener porcentajes de cobertura.



Figura 12. Cuadro de 30x30cm para capa de hojarasca, fermentación y suelo (02).

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 (gr).

Posteriormente se limpiará la superficie del suelo de la fracción vegetal que no esté enraizada al suelo (30x30cm). 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 13). Una vez colectada la muestra se medirá el pH del suelo.



Figura 13. Cilindro de metal para la toma de muestra de suelo del punto DAP

Se emplea una bolsa de plástico de peso conocido de 20x30cm. La etiqueta se compone del identificador de la parcela, más la clave DAP (-D) (Figura 14). Posteriormente las muestras se colocarán en bolsas de papel para evitar la descomposición y acelerar el proceso de secado.



Figura 14. Ejemplo de etiquetado de las muestras del punto DAP.

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 y se registra el peso total de la muestra (gr). Después se extrae el horizonte de fermentación se registra el espesor (mm), se extrae y deposita en una bolsa de plástico y se registra el peso total de la muestra (gr).

Cuadro 7. 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		

En caso de no poder introducir el cilindro de 2 pulgadas, se optará por utilizar el barreno de tubo (Figura 15), para obtener la muestra de suelo.



Figura 15. Barreno de tubo para la extracción de suelo

La profundidad total de la parcela se medirá con el barreno de varilla (1.5 m) 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 (>1m).

B. Erosión del suelo

Se evalúa el tipo de erosión cuando se observa en grado fuerte o extremo (Figura 16 y 17).

Erosión hídrica en cárcavas o surcos

Las cárcavas son estructuras en forma de zanja con paredes escarpadas mayores a 50cm de profundidad y más de 50cm de ancho en su tramo dominante. Tienen un grado extremo cuando el promedio de la profundidad y ancho de las cárcavas es mayor a 200 cm. Las cárcavas y surcos se aprecian en forma ramificada, confluyendo en los cauces principales de los escurrimientos. La distribución en el área entre una cárcava y otra es de aproximadamente 10 a 30m. Los surcos son estructuras similares a las cárcavas pero con una profundidad de 50cm o menos. Los surcos pueden controlarse en general a corto plazo mediante prácticas de conservación de suelos. Los surcos pueden estar separados entre sí a menos de 50cm de distancia. Es frecuente la presencia de cárcavas y surcos secundarios de menor dimensión interconectadas a la red.

Erosión hídrica laminar

La erosión laminar es la remoción gradual y uniforme de capas delgadas de suelo, generalmente paralela a la superficie. Es de grado fuerte cuando más de la mitad de la superficie de la parcela está bajo este tipo de erosión.

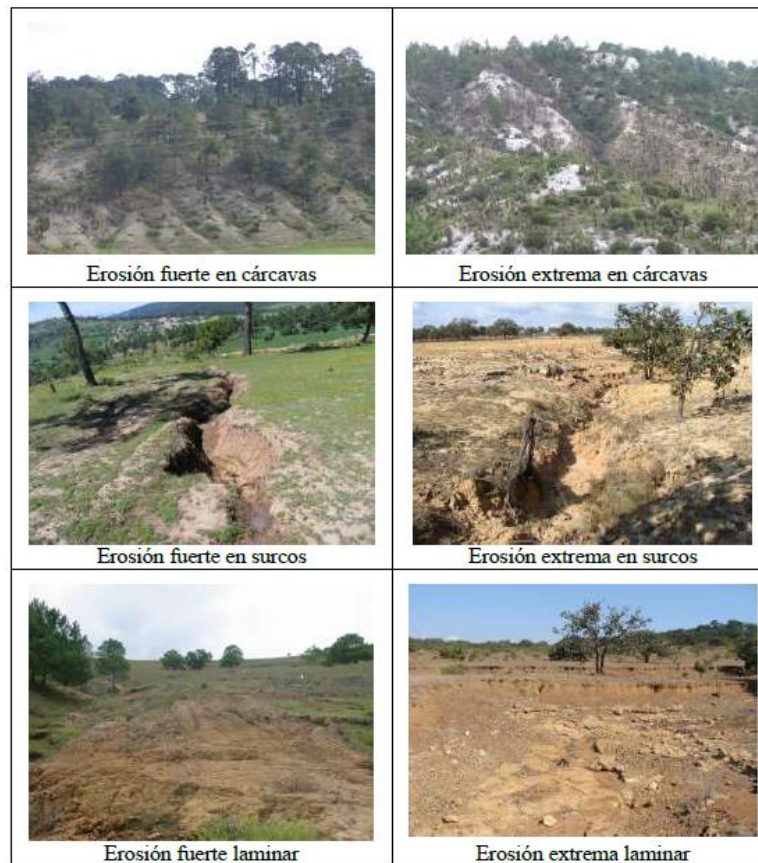


Figura 16. Tipos de erosión en cárcavas, surcos y laminar

Erosión eólica en pedestales

Los pedestales son rocas o plantas que aparecen elevados como resultado de la pérdida de suelo por erosión eólica. También pueden ser causados por procesos no erosivos como la deformación del suelo o por la deposición de mantillo alrededor de las plantas. Estos últimos mecanismos no son considerados por este indicador y deben identificarse en el campo.

Erosión eólica por tolvanera, barrido o deposición

Las áreas de tolvaneras son aquellas donde las partículas más finas de la capa superficial del suelo han sido barridas, algunas veces dejando grava, roca residual o raíces expuestas en la superficie del suelo. La deposición de las partículas en suspensión del suelo está a menudo asociada con la vegetación, la cual provee la rugosidad necesaria para el asentamiento de las partículas en la corriente de aire.

El suelo removido por el barrido del viento es redistribuido hacia las áreas de acumulación o deposición, las cuales se incrementan en dimensiones y área de cobertura cuando la erosión eólica se incrementa. Al igual que la erosión hídrica, las partículas de suelo depositadas por el viento pueden originarse fuera del sitio.



Figura 17. Ejemplo de erosión eólica en pedestal, tolvanera o barrido con deposición.

C. Fotografías Zenit y Nadir

Se utilizara una cámara digital réflex en modo manual. Se tomarán ocho fotografías (cuatro zenit y cuatro nadir), en ambos casos será necesario usar el bastón de apoyo, disparador y soporte de la cámara. Es preciso efectuar los siguientes ajustes en la cámara réflex:

- idioma, *español*
- calidad de imagen, *18 megapixeles en formato jpg*
- flash, *desactivado*
- control, *rápido*
- modo de captura, *disparo único*
- balance de blanco, *awb*
- luminosidad automática, *estándar*
- velocidad de obturación, *1/200*
- apertura de diafragma, *8*
- sensibilidad ISO, *200*
- apertura del lente de la cámara, *18 mm*

Zenit

En el caso de las fotos Zenit, la cámara debe estar nivelada, colocada hacia arriba y orientada al norte magnético. La altura a la que se tomara la foto es por encima de la altura máxima de las plantas de café, para tomar exclusivamente la sombra de los árboles (Figura 18). Se recomienda enfocar el lente previo a tomar la fotografía o utilizar el enfoque automático. Se tomarán cuatro fotografías por punto cardinal, norte, este, sur y oeste (1N, 2E, 3S y 4W), a 10 m de distancia del centro (Figura 19). La clave de las fotos será: 07107520001P-03, 04, 05 y 06.

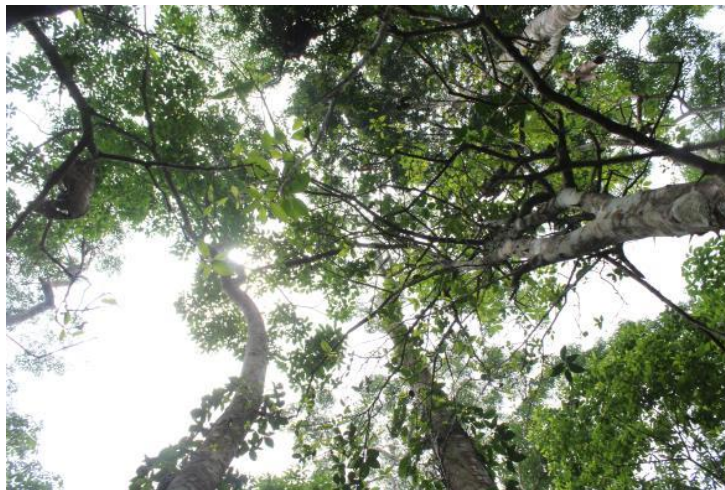


Figura 18. Fotografía zenit.

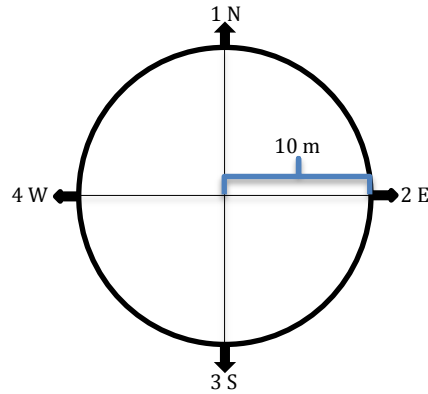


Figura 19. Ubicación de puntos para fotografías Zenit y nadir.

Nadir

En el caso de las fotos Nadir, la cámara debe estar nivelada, colocada hacia abajo y orientada al norte magnético. La altura a la que se tomara la foto es por encima de la altura máxima de las plantas de café (3 m), para tomar exclusivamente la cobertura de las plantas de café (Figura 20). Se recomienda enfocar el lente previo a tomar la fotografía o utilizar el enfoque automático. Se tomarán cuatro fotografías en los mismos puntos de las fotos Zenit (Figura 9). La clave de las fotos será: 07107520001P-07, 08, 09 y 10.



Figura 20. Fotografía nadir.

D. Fotografías panorámicas

Se tomarán dos fotografías panorámicas del punto de control para tener una referencia del tipo de vegetación presente (Figura 21). La primera fotografía se orientará hacia el norte mientras que la segunda hacia el sur. Las claves correspondientes serán: 07107520001P-11 y 12. El objetivo es tener dos fotos de paisaje-referencia de la parcela.



07107520001P-11



07107520001P-12

Figura 21. Fotografías panorámicas norte y sur.

E. Historia del lugar y presencia de especies

Durante el levantamiento de los puntos de control, se recabarán los datos históricos de la parcela así como el nombre de las especies o variedades de café presentes (Cuadro 8). Se anotarán los años que tiene la parcela de café y si existe algún cambio de uso de suelo, así como el agente causal del cambio.

Cuadro 8. Datos históricos de la parcela.

Nombre Científico	Historia del lugar (uso previo)			Edad actual del café	Observaciones
	Año	Cambio	Agente causal		
<i>Coffea arabica</i>	2009-2014	En 2015 cambio a pastizal	Roya	20 años	

F. Conteo de árboles técnica de Bitterlich

Se presenta la metodología para la estimación del área basal del arbolado (solo la sombra) usando la técnica de Bitterlich (Romahn, 1999), empleando como área basal la que corresponde a la altura de 1.3 m como lo indica en la Figura 22.

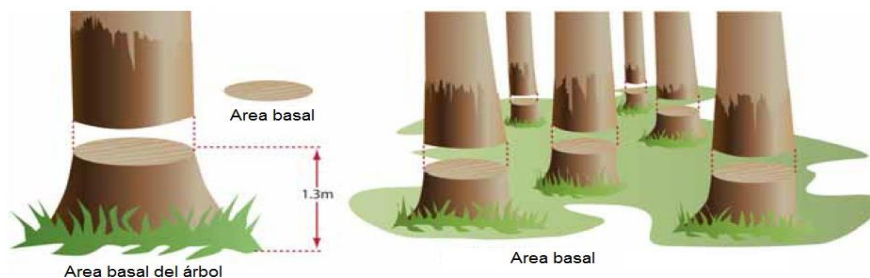


Figura 22. Definición de área basal

La información a presentar en el formato es: 1) Factor de área basal (K) usado en el conteo angular de árboles, y 2) Número de árboles asociados al factor de área basal K.

El conteo de árboles con el relascopio simple de Bitterlich (Romahn, 1999), se realiza en el centro de la parcela de muestreo de 1000 m². Se coloca el relascopio como se muestra en la Figura 23 con el dedo en el anillo sobre el cachete derecho y la cadena estrecha en frente del ojo derecho.



Figura 23. Posicionamiento del relascopio de Bitterlich.

Se gira en 360°, se cuentan todos los árboles que son más grandes que la apertura del factor 0.5, 1, 2 y 4 y se contabilizan como 1. Los árboles que son del mismo tamaño que la apertura se cuentan como 0.5. Se repite el conteo en el mismo punto en un círculo de 360°, utilizando el factor 1, 2 y 4 (Figura 24).

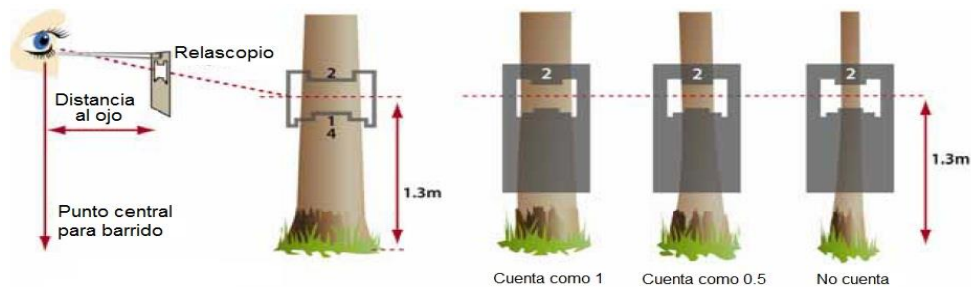


Figura 24. Ejemplo de conteo para una $k=2$. En este ejemplo el total del conteo será $1 + 0.5 = 1.5$.

La Figura 25 describe las variantes de medición que pueden presentarse durante la medición con el relascopio simple de Bitterlich.

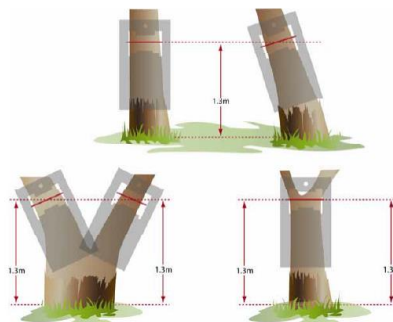


Figura 25. Casos especiales de bifurcación en fustes y la forma correcta de medirlos con el relascopio simple.

G. Representatividad espacial

Se dibuja un mapa donde se muestren los límites de la vegetación existente hacia afuera de la parcela semicuantitativa. Se requiere conocer hasta qué distancia es posible continuar con el mismo tipo de vegetación. Anotar si existe algún obstáculo (árboles grandes, cambio abrupto de pendiente) por el cual no es posible avistar el fin del límite de la vegetación (Figura 26).

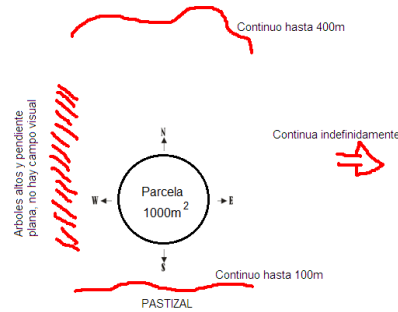


Figura 26. Ejemplo de la representación espacial de la parcela de muestreo.

Agregar dato del área del cafetal muestreado

H. Acidez de suelos

Con la ayuda del potenciómetro, se mide la acidez (pH) del suelo. Se abre la tierra para no dañar el equipo (no usar la punta del potenciómetro con fuerza para abrir el suelo), y se limpian las placas de metal del potenciómetro con las hojas metálicas, sin tocar dichas placas con los dedos. Se inserta cuidadosamente el potenciómetro para que las placas de metal queden cubiertas, sin llegar al botón blanco. Apretar el suelo para que las placas metálicas estén en contacto. Cuando la aguja se estabiliza (hasta 2-3 minutos), se anota el pH. Tras notar el valor indicado, se saca con cuidado el potenciómetro y se limpia con un trapo limpio de algodón o con papel cotex.

Es de interés tener presente que los cafetales requieren suelos ácidos para su buen crecimiento, dentro del rango de 5.5 a 6.5 grados. Suelos muy ácidos (inferior a 5.5) requeriran de un encalado, con la aplicación de cal (dolomita, agrícola, etc.) o ceniza.

Conclusión del punto de control

Se registra la fecha y la hora de término de la parcela. Es conveniente que se revise y cuente:

- -el material de campo
- -las muestras colectadas
- -las fotografías capturadas

Entrega de captura de formatos

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 legibles. Se generará una carpeta nombrada **FORMATOS_PUNTOS_CONTROL**. En dicha carpeta se crearán las carpetas de todos los puntos de control realizados, nombradas con el identificador único de campo (Figura 27).

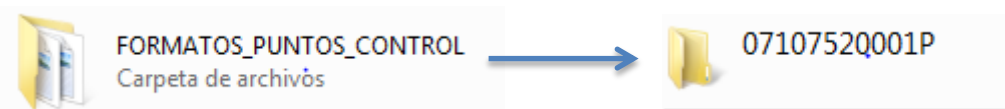


Figura 27. Carpetas de respaldo de información.

Dentro de cada carpeta de punto de control, se colocarán el archivo Excel y todos los archivos fotográficos correspondientes al punto (Figura 28).

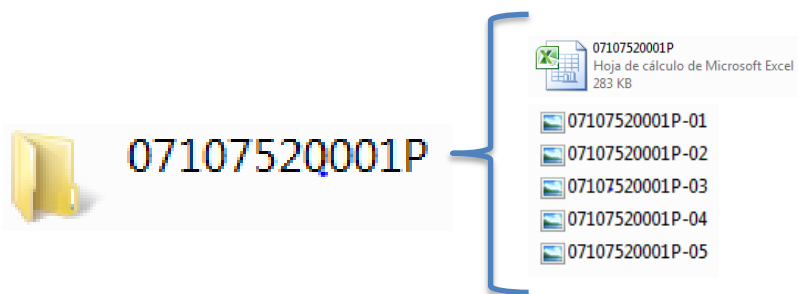


Figura 28. Carpeta de punto de control con archivos de entrega.

2. LITERATURA CITADA

- Aguaron, E. y E.G. McPherson. 2012. Comparison 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. 43-69 pp.
- Avelino, J., M. Cristancho, S. Georgiou, P. Imbach, L. Aguilar, G. Bornemann, P. Läderach, F. Anzueto, A. Hruska, and C. Morales, 2015. The coffee rust crisis in Colombia and Central America (2008-2013): impacts, plausible causes and proposed solutions. Food Security 7: 303-321.
- 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. General 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].
- 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 IPCC. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 116 p.
- 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. 77-86 pp.
- McCook, S., and J. Vandermeer. 2015. The big rust and the red queen: long-term perspectives on coffee rust research. *Phytopathology* 105(9): 1164–1173. [http:// doi.org/10.1094/PHYTO-04-15-0085-RVW](http://doi.org/10.1094/PHYTO-04-15-0085-RVW)
- 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.
- Moguel, P. y V.M. Toledo. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13(4): 11-21.
- 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.
- 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.

G. ESPECIES DE ÁRBOLES

Nombre científico	Nombre común	Intervalo de altura max. (m)

H. ESPECIES DE ÁRBUSTOS

Nombre científico	Nombre común	Intervalo de altura max. (m)

FORMATO 2.2 CAFETAL

A. DENSIDAD Y ALTURA

Nombre Científico	Nombre Común	Número de Individuos	Altura promedio (m)

A.1 DIÁMETRO Y ALTURA

Nombre Científico	1		2		3		4		5	
	DAP	Alt.	DAP	Alt.	DAP	Alt.	DAP	Alt.	DAP	Alt.

B. ESTRUCTURA DEL CAFETAL

GRUPO	DESCRIBIR (consultar Fig. 10 manual)
Rústicos	
Policultivos diversos	
Policultivos simples	
Monocultivos	

C. COBERTURA DE LOS ESTRATOS

ARBUSTOS MAYOR A 4 m	
ARBUSTOS ENTRE 2 Y 4 m	
ARBUSTOS MENOR A 2 m	


0 = AUSENTE
1 = MENOR A 10%
2 = ENTRE 10 Y 40%
3 = ENTRE 40 Y 75%
4 = MAYOR A 75%

D. PLAGA

Nombre científico	Tipo de plaga	Severidad en planta	% de defoliación en planta	Observaciones

FORMATO 3. Registro de información de mantillo y suelo

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

Fotografía punto DAP (nadir) (1.5m del suelo)			02
		CLAVE ORIGINAL	CLAVE RENOMBRADA









Almacén de carbono	Profundidad real del muestreo (cm)	Peso total de la muestra extraído (gr)
Hojarasca		
Horizonte de fermentación		
Suelo		
Profundidad total de suelo		

NOTA: Proteger el cilindro con madera o plástico



B. EROSIÓN DEL SUELO

HIDRICA EN CARCAVAS O SURCOS		HIDRICA LAMINAR		EOLICA EN PEDESTALES		EOLICA POR TOLVANERAS, BARRIDO O DEPOSICION	
------------------------------	--	-----------------	--	----------------------	--	---	--

C. FOTOGRAFIAS ZENIT Y NADIR

Fotografía Norte Zenit			03
Fotografía Este Zenit			04
Fotografía Sur Zenit			05
Fotografía Oeste Zenit			06
Fotografía Norte Nadir			07
Fotografía Este Nadir			08
Fotografía Sur Nadir			09
Fotografía Oeste Nadir			10
		CLAVE ORIGINAL	CLAVE RENOMBRADA

D. FOTOGRAFIAS PANORÁMICAS

Fotografía Norte			11
Fotografía Sur			12
		CLAVE ORIGINAL	CLAVE RENOMBRADA

E. HISTORIA DEL LUGAR Y PRESENCIA DE ESPECIES

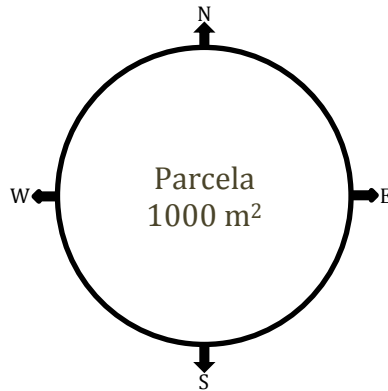
Nombre Científico	Historia del lugar (uso previo)			Edad del café	Observaciones
	Año	Cambio	Agente causal		

F. CONTEO DE ÁRBOLES TÉCNICA DE BITTERLICH.

Conteo de árboles		
Centro	k	Conteo
	0.5	
	1	
	2	
	4	

G. REPRESENTATIVIDAD ESPACIAL.

En este apartado dibujar un mapa donde se muestren los límites de la vegetación existente hacia afuera de la parcela de estudio. Se requiere conocer hasta que distancia es posible continuar con el mismo tipo de vegetación. Anotar si existe algún obstáculo (árboles grandes, cambio abrupto de pendiente) por el cual no es posible avistar el fin del límite de la vegetación.



H. ACIDEZ DE SUELOS

Fecha de termino

DÍA MES AÑO

Hora de termino :

24 HORAS