

Técnicas de muestreo cuantitativas y semi-cuantitativas del carbono en ecosistemas terrestres

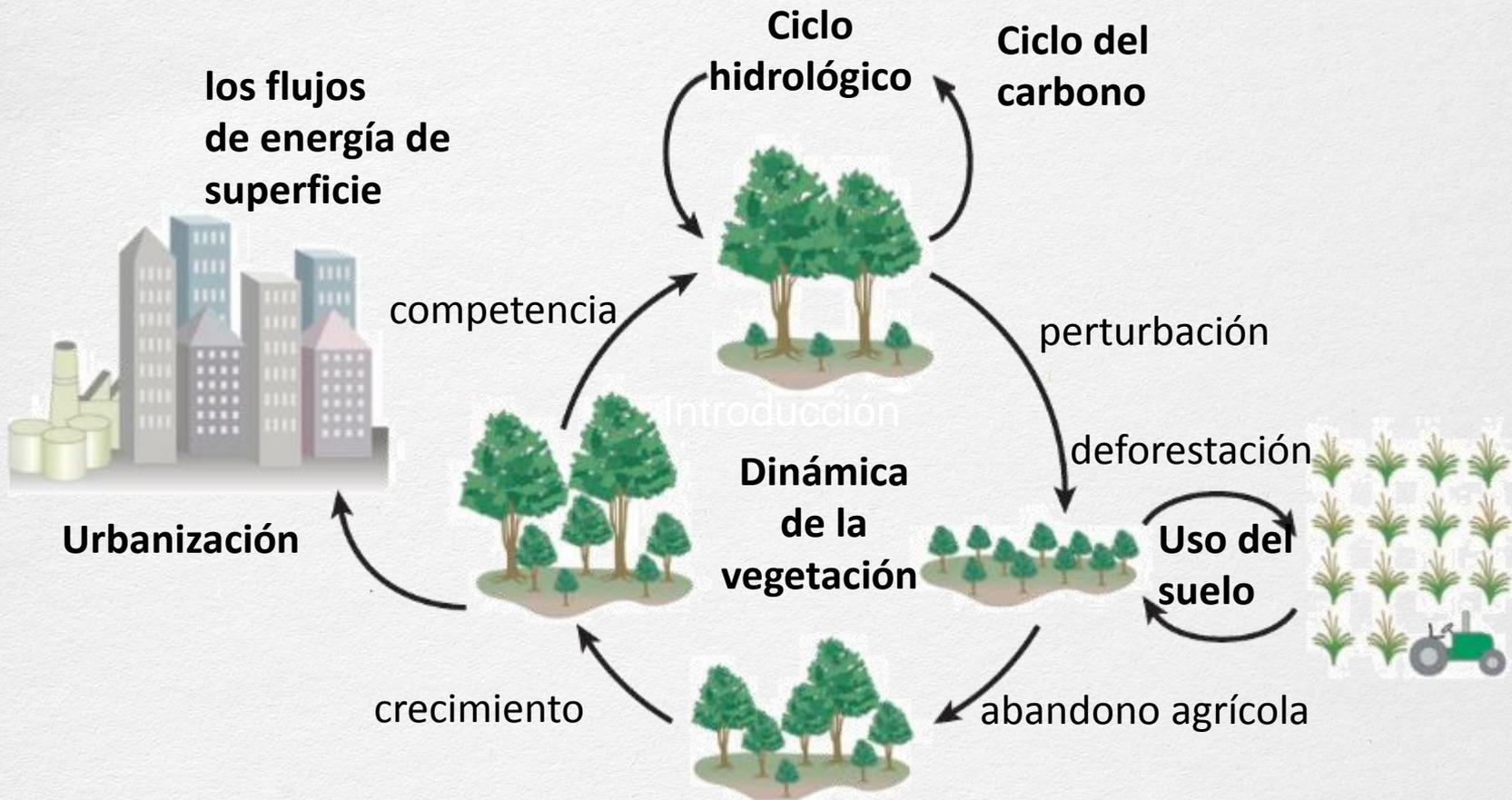




ÍNDICE

- INTRODUCCIÓN
- OBJETIVO
- INVENTARIO DE CUANTITATIVO
- INVENTARIO SEMICUANTITATIVO
- ESTIMACIONES DE CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA
- IMPORTANCIA DEL ESPECIALISTA BOTÁNICO EN LOS MUESTREOS

Introducción

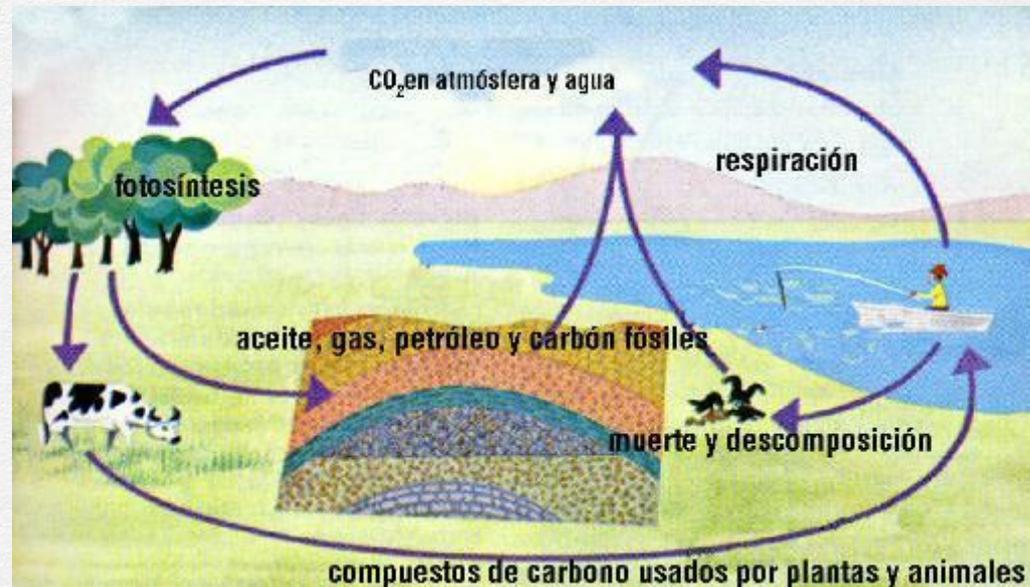


(Bonan, 2008)

Ciclo del C

Flujos procesos a través de los cuales el **C** se transforma de un estado a otro. Se miden en tiempos y tasas de cambio

Almacenes estados físicos del **C**. Se miden en magnitudes de peso y volumen

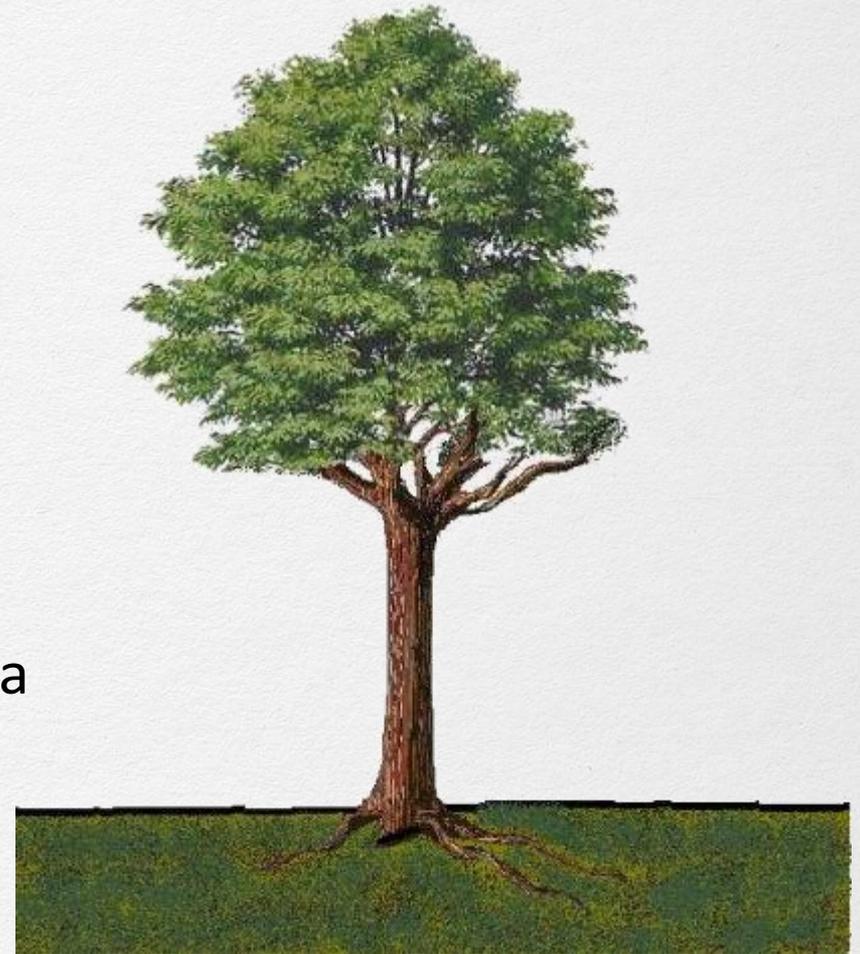


Carbono vegetal

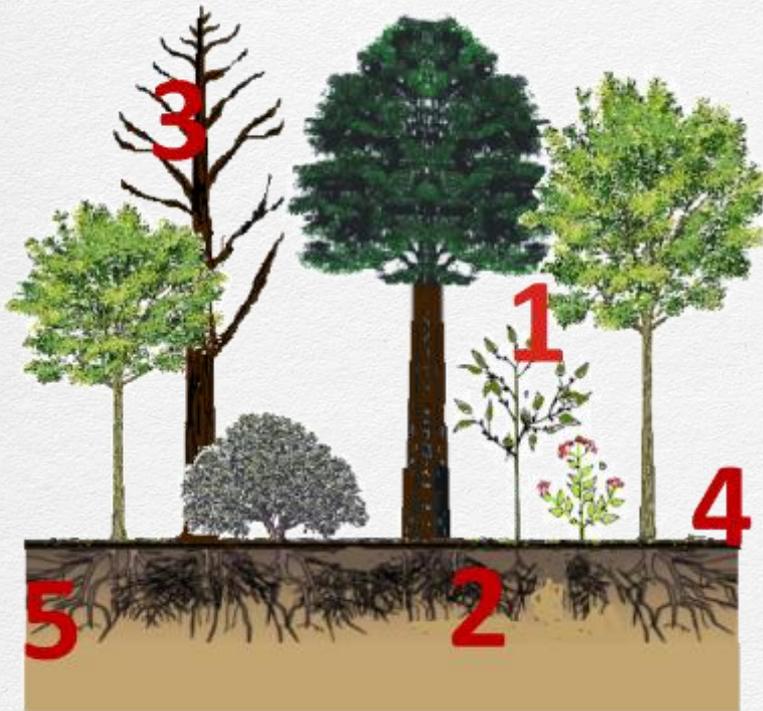
- Forma todas las estructuras vegetales
- Durante el tiempo en que el C se encuentra constituyendo alguna estructura del árbol se considera almacenado

Biomasa

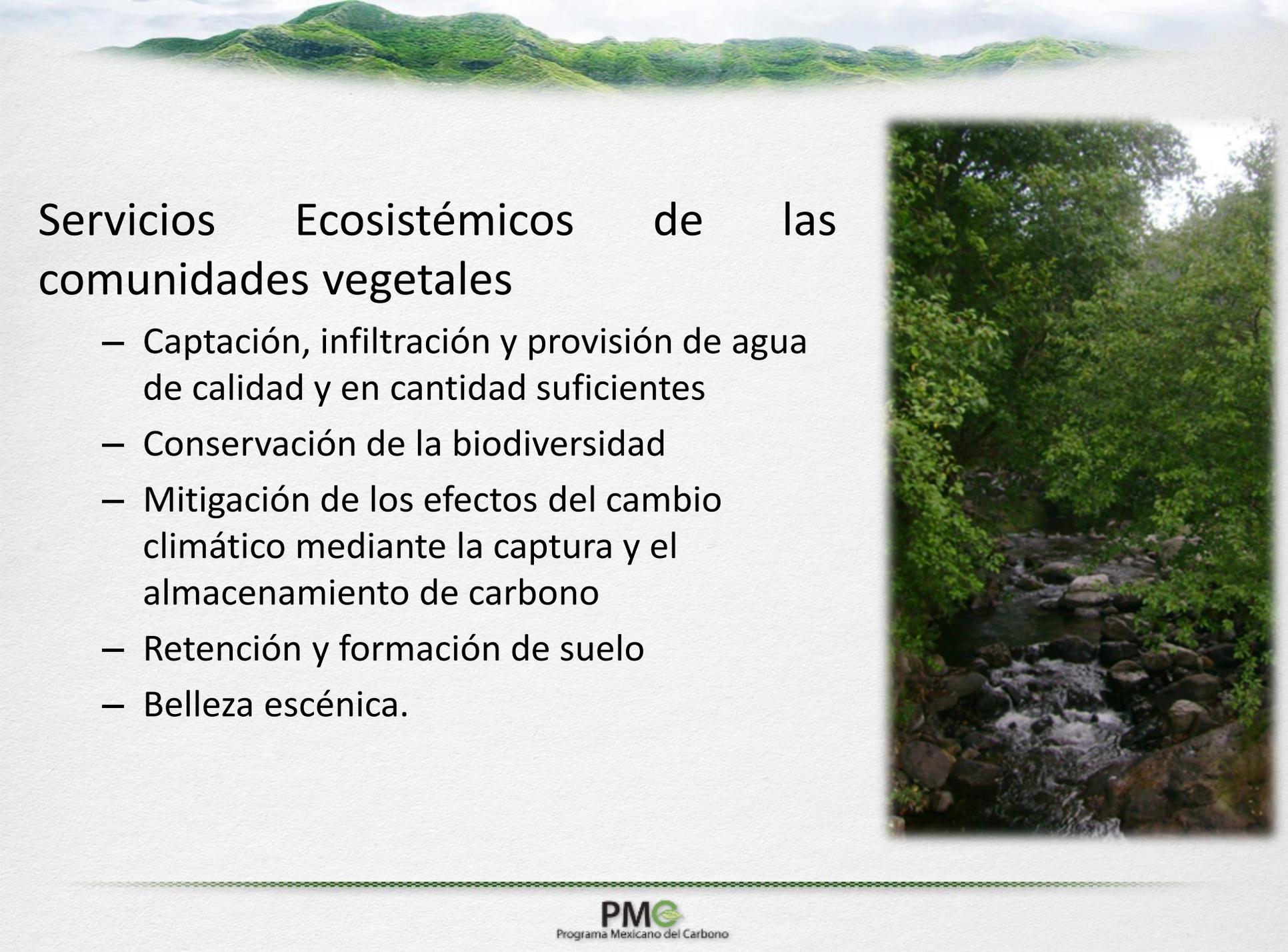
- cantidad total de materia orgánica aérea presente en todos los árboles incluyendo hojas, ramas, tronco principal y corteza



Almacenes en un ecosistema forestal



1. Biomasa sobre el suelo
2. Biomasa por debajo del suelo
3. Materia muerta sobre el suelo
4. Mantillo
5. Suelo

A landscape photograph showing rolling green hills in the background, partially obscured by a thick layer of white mist or fog. In the foreground, a river flows through a dense forest of green trees.

Servicios Ecosistémicos de las comunidades vegetales

- Captación, infiltración y provisión de agua de calidad y en cantidad suficientes
- Conservación de la biodiversidad
- Mitigación de los efectos del cambio climático mediante la captura y el almacenamiento de carbono
- Retención y formación de suelo
- Belleza escénica.



Objetivo



Objetivo de un inventario de C

Obtener datos cuantitativos y semicuantitativos mediante el uso de métodos que contribuyan al conocimiento del contenido de carbono en las comunidades vegetales y usos de suelo, que disminuyan sensiblemente la incertidumbre en su evaluación

Inventario de Carbono Cuantitativo



Nomenclatura de las parcelas

Elementos del identificador de la parcela del Inventario Carbono

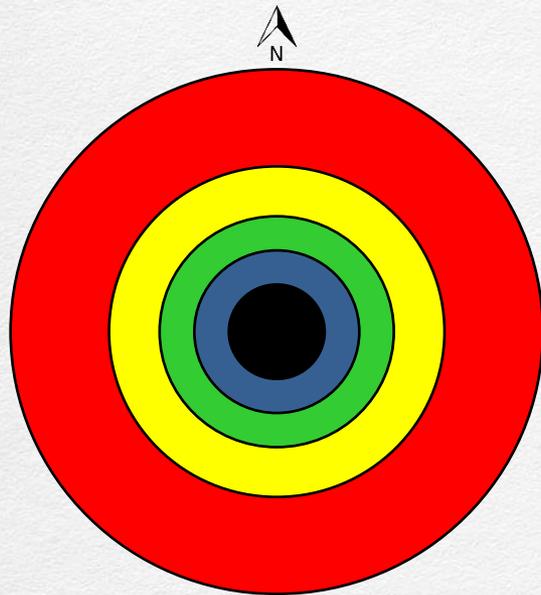
ESTADO	REGIÓN	TIPO DE VEGETACIÓN		PARCELA				TIPO			

Claves de los tipos de vegetación para la construcción del Identificador del Inventario Carbono+

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
2	Selva	1 1	Bosque inducido
		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
3	Comunidades áridas y semiáridas	2 1	Selva baja espinosa
		2 2	Selva baja subperennifolia
		2 3	Selva de galería
		2 4	Petén
		2 5	Matorral de coníferas
		2 6	Bosque de tásate
		2 7	Matorral subtropical
		2 8	Mezquital (MKE)
		2 9	Mezquital (MK)
		3 0	Matorral submontano
4	Manglar	3 1	Matorral espinosos tamauilpeco
		3 2	Matorral sarcocaula
		3 3	Matorral sarco-crasicaule
		3 4	Matorral sarco-crasicaule de neblina
		3 5	Chaparral
		3 6	Mezquital (MKQ)
		3 7	Matorral crasicaule
		3 8	Matorral desértico microfilo
		3 9	Matorral desértico rosetófilo
		4 0	Matorral rosetófilo costero
5	Palmar	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 7	Manglar
		4 8	Palmar natural
		4 9	Palmar inducido
		5 0	Pepal
6	Comunidades subacuáticas	5 1	Tular
		5 2	Secano
		5 3	Riego
		5 4	Plantaciones forestales
		5 5	Plantaciones de frutales
		5 6	Suelo desnudo
		5 7	Urbano

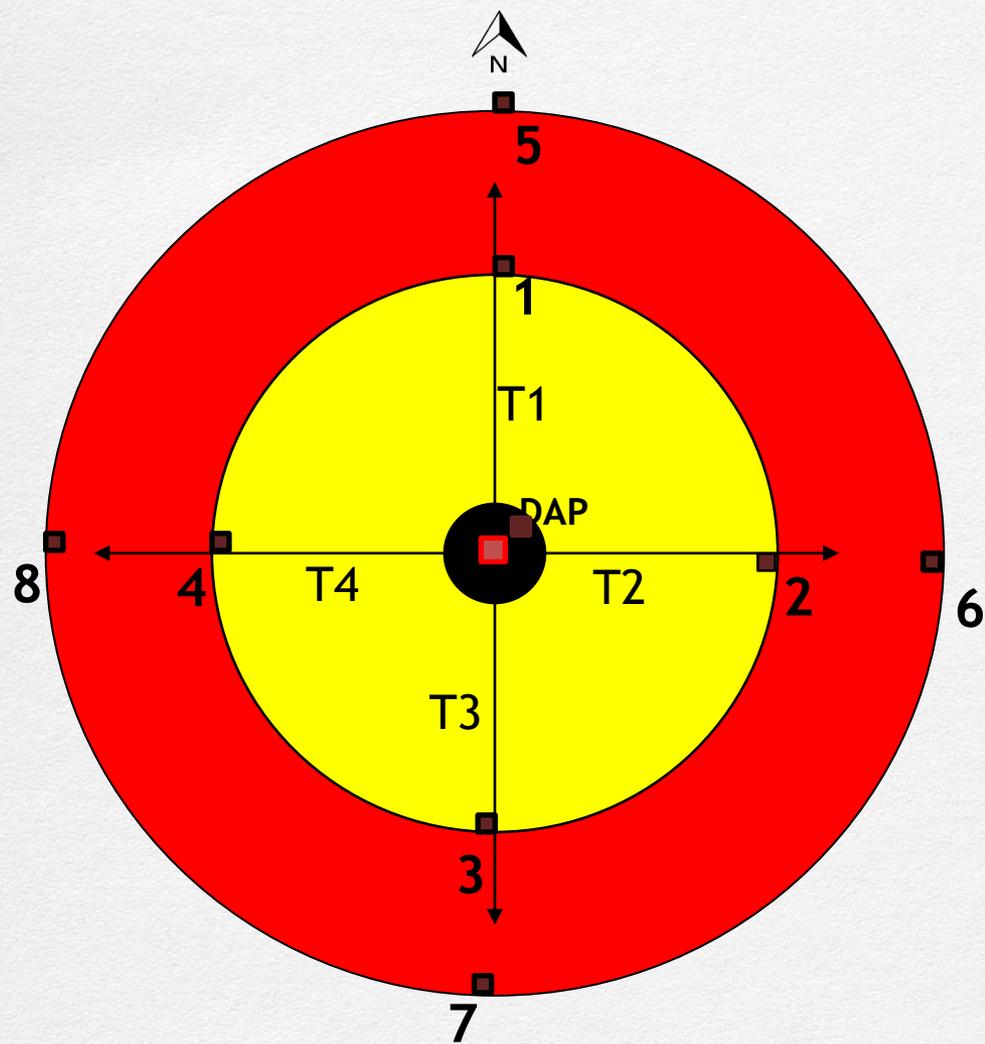
Estratificación para el INFyS 2004 - 2009		Clases de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI	
Clave	Nombre	Clave	Nombre
1	Bosque	0 1	Bosque de ayarín
		0 2	Bosque de cedro
		0 3	Bosque de oyamel
		0 4	Bosque de pino
		0 5	Bosque de pino-encino
		0 6	Bosque de encino
		0 7	Bosque de encino - pino
		0 8	Bosque mesófilo de montaña
		0 9	Bosque de galería
		1 0	Bosque cultivado
1 1	Bosque inducido		

Parcela Carbono+



Círculo			
Radio m	17.85	11.28	2.00
Área m ²	1000	400	12.56

**Parcela de muestreo del
Inventario Carbono+**



Unidades de muestreo de Carbono al interior de la parcela Carbono



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

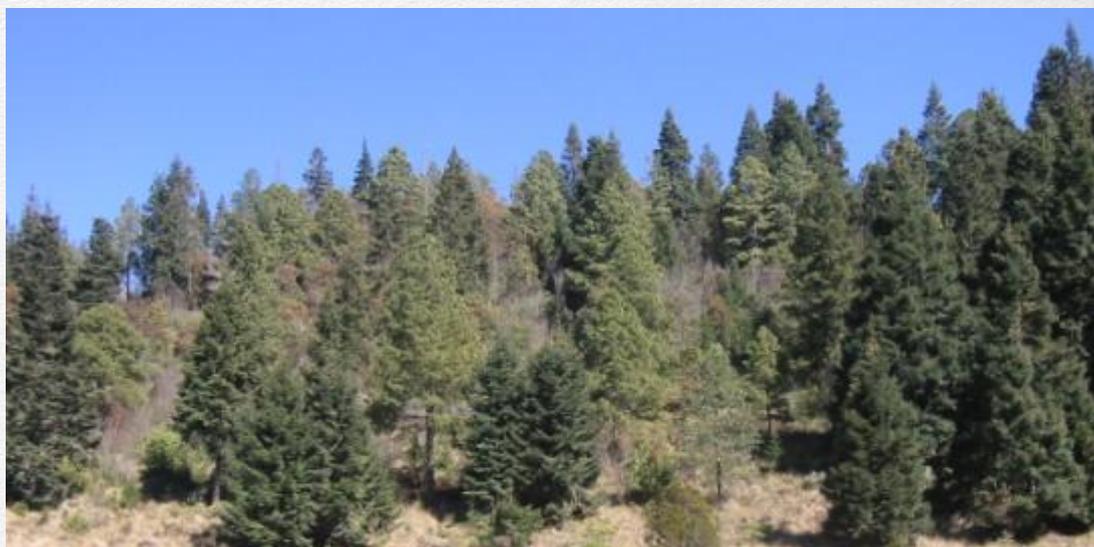
A. INFORMACIÓN DE LA PARCELA CARBONO+

Identificador Carbono+

Brigada

Fecha y Hora de inicio

Identificador Carbono+	1	5	0	7	1	0	3	0	0	2	1	C
	ESTADO	REGIÓN	TIPO DE VEGETACIÓN		PARCELA			TIPO				



B. REFERENCIA DE UBICACIÓN DEL CENTRO DE LA PARCELA

1.1. Coordenadas GPS del punto central UTM, Latitud, Longitud, PDOP, DATUM, Pendiente general %, Altitud (msnm), Localidad próxima

1.2. Dimensiones y Azimut de la parcela en los casos de vegetación hidrófila de tipo ripario

Ancho (m), Largo (m), Azimut (0 a 360°)

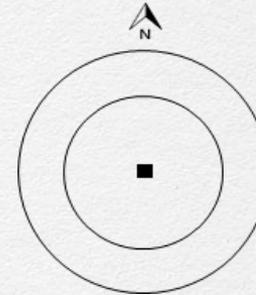
Fotografía 1 GPS



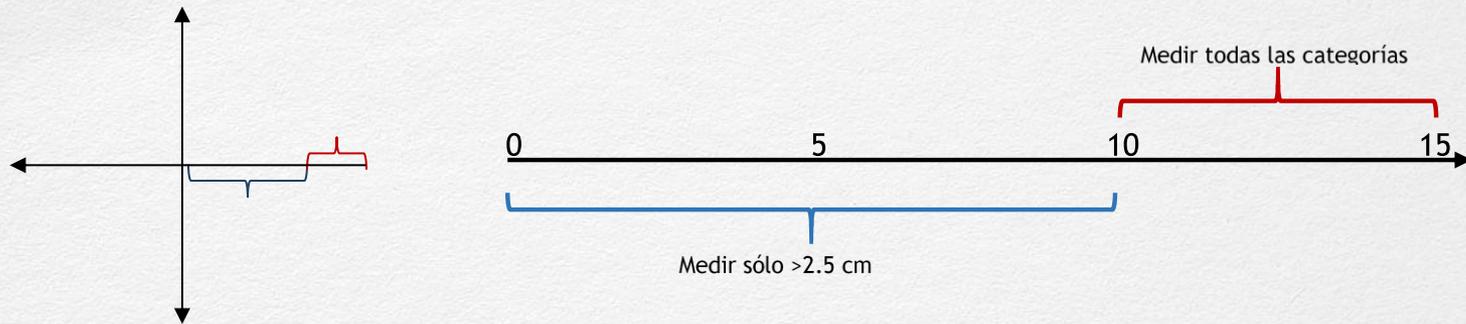
C. REGISTRO DE VEGETACIÓN MENOR Y COBERTURA DEL SUELO (CUADRO DE 1m²)

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

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

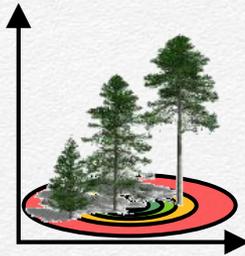


D. TRANSECTOS DE COMBUSTIBLES



Transecto 1			Transecto 2			Transecto 3			Transecto 4		
% de pendiente											
Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Grado	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Grado	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Grado	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Grado

E. ALTURA DE DOSEL



- 1) Registro de la distancia del observado al árbol (debe ser equivalente a su altura)
- 2) Registro del ángulo a la base del árbol
- 3) Registro del ángulo a la base del árbol

Altura del dosel	m
Distancia del observador al árbol	m
Ángulo a la base	°
Ángulo a la rama más alta	°

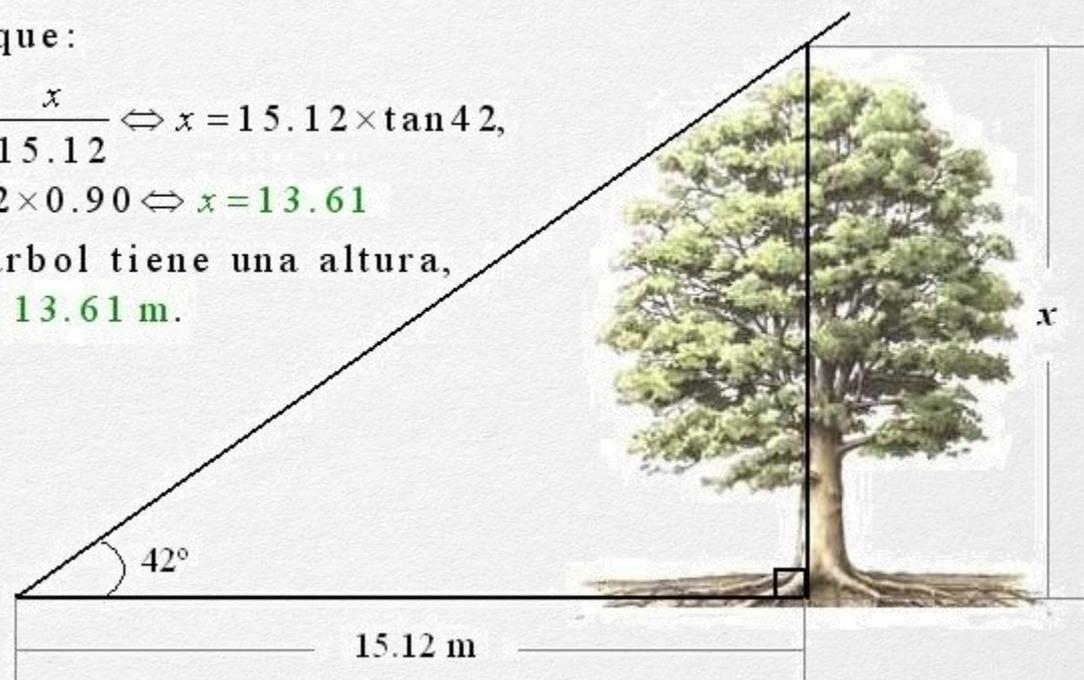
x : altura del árbol

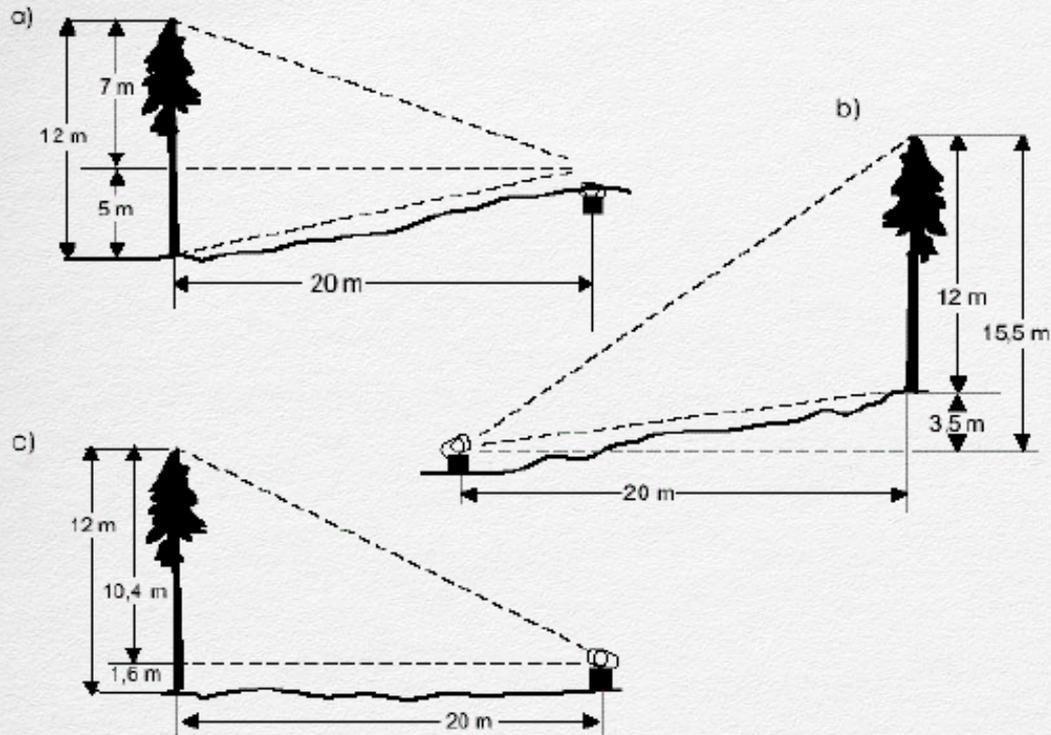
De tal manera que:

$$\tan 42 = \frac{x}{15.12} \Leftrightarrow x = 15.12 \times \tan 42,$$

$$\Rightarrow x = 15.12 \times 0.90 \Leftrightarrow x = 13.61$$

Respuesta: el árbol tiene una altura, aproximada, de **13.61 m**.





4) Adición o sustracción de los dos resultados de observación, según el caso: Sumar si el observador está en pie en la parte alta de la ladera (a), o restar si el observador está en pie en la parte baja de la ladera en relación con el árbol (b)

5) **Indicar el resultado al Especialista en mediciones de C**

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

Fotografía 3 Norte al Punto Central

Fotografía 4 Sur al Punto Central

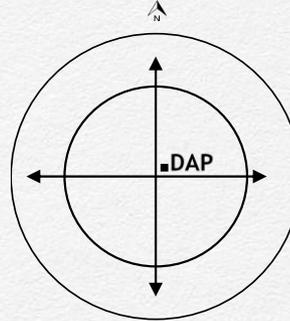


3. Registro de combustibles en el círculo de 400 m², excepto el área de transectos

Tipo de combustible		Finos (1 hora) 0 a 0.5 cm muestra 1			Regulares (10 horas) 0.51 a 2.5 cm muestra 2			Medianos (100 horas) 2.51 a 7.5 cm muestra 3			Gruesos (1000 horas) >7.5 cm muestra 4		
Grado de putrefacción		Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Peso fresco (gr)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Peso fresco (gr)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Peso fresco (gr)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Peso fresco (gr)
1-2	(a)												
3-4	(b)												
5	(c)												



FORMATO 2. Registro de información de mantillo y suelo



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

B. PROFUNDIDAD TOTAL DEL SUELO (SITIO DAP)

Profundidad total (cm)	
------------------------	--

C. CAPAS DE HOJARASCA (HO) Y FERMENTACIÓN

Punto	Tipo	Espesor (mm)		Peso total de la capa (gr)		Observaciones
		HO	F	HO	F	
1	N					
2	E					
3	S					
4	W					
5	N					
6	E					
7	S					
8	W					



15071050021C06



15071050021C07



15071050021C08



15071050021C09



15071050021C10



15071050021C11



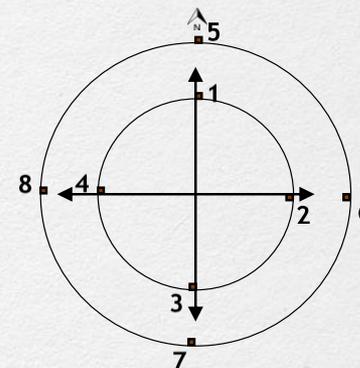
15071050021C12



15071050021C13

D. LEVANTAMIENTO DE MUESTRAS DE SUELO

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



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

- ETIQUETADO DE LAS MUESTRAS
SITIO DAP

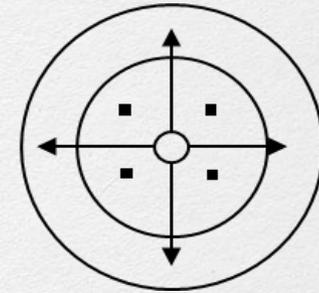
SITIOS 1N,2E,3S,4W,5N,6E,7S,8W



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

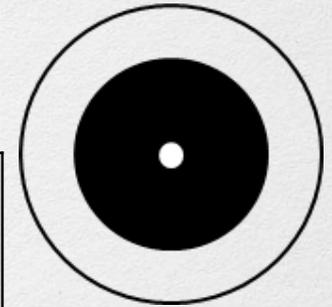
A. REGISTRO DE PESOS DE BIOMASA DE HERBACEAS

Cuadrante	Nombre científico	Nombre común	Peso fresco total (g)



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

A. ARBUSTOS CON ALTURA TOTAL ≥ 1 m

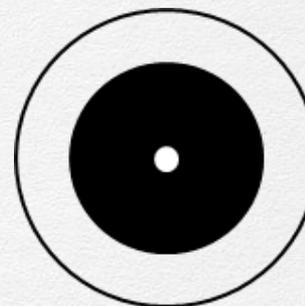


No. de planta	Nombre científico	Nombre común	Condición	Número de individuos	Diámetro de copa (m)		Altura total (m)	Daño
					Mayor	Menor		
A								
B								
C								



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

B. ÁRBOLES CON DN \geq 7.5 cm



No. de árbol	Nombre científico	Nombre común	Condición	Diámetro normal (cm)	Altura de tocón (cm)	Distancia a Punto Central (m)	Azimut °	Daño

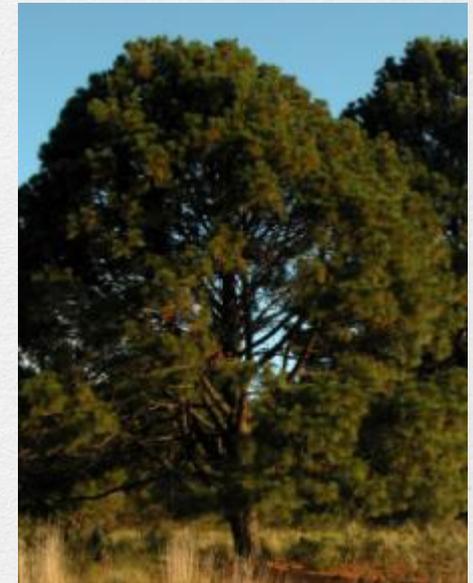




FORMATO 6. Datos de plantas leñosas (círculo de 1000m²)

A. ÁRBOLES CON DN \geq 20 cm

No. de árbol	Nombre científico	Nombre común	Condición	Diámetro normal (cm)	Distancia a Punto Central (m)	Azimut °	Daño



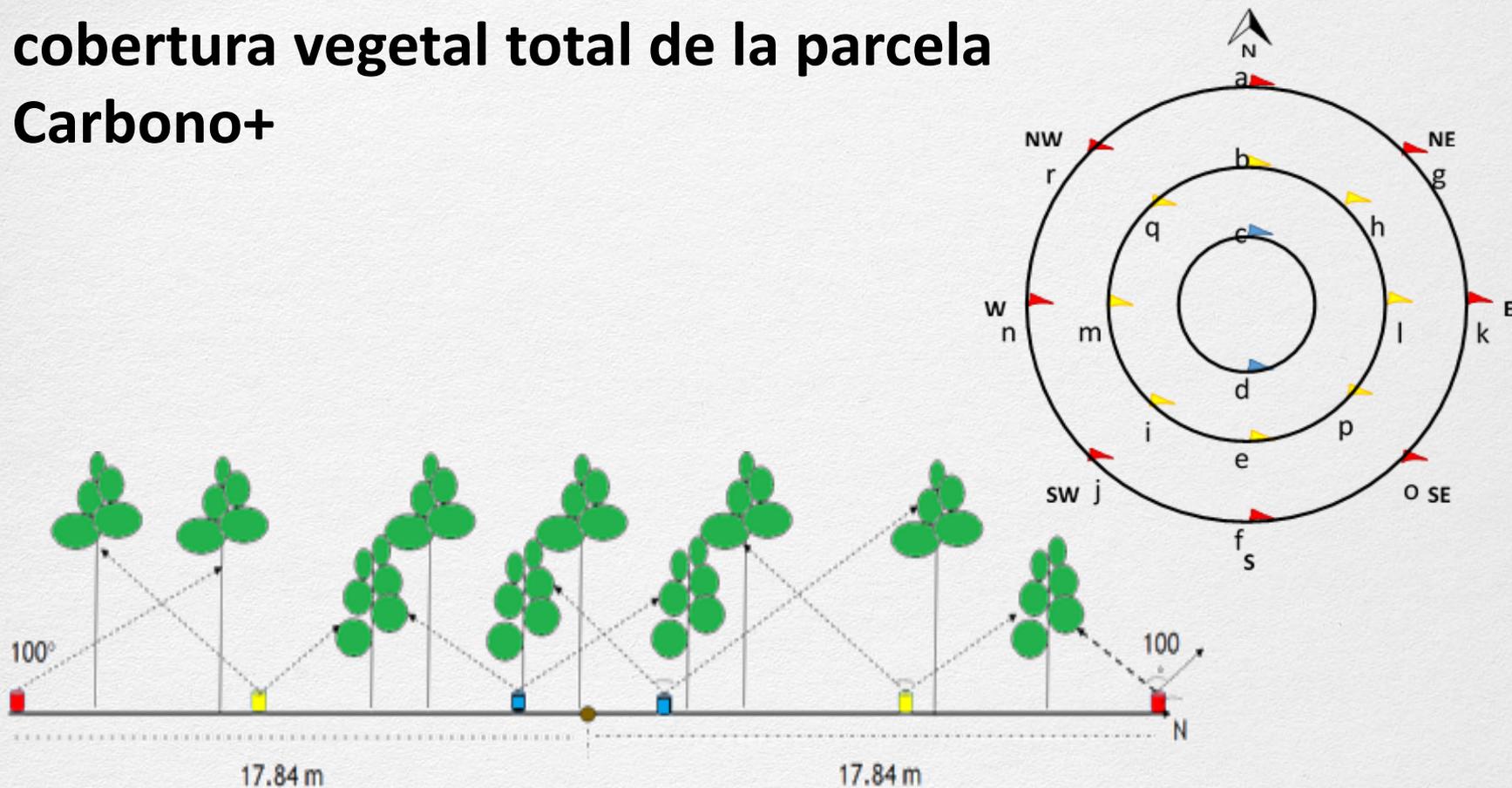
FORMATO 7. Muestras de madera para densidad y Dendrocronología (círculo de 400m²)

A. ÁRBOLES CON DN \geq 20 cm

No. de muestra	No. de árbol	Peso fresco de la muestra extraída (g)	Longitud de la muestra extraída (cm)	Edad* (años)	Número de anillos en 2.5 cm*	Longitud de 10 anillos* (cm)



FORMATO 9. Fotografías para medir cobertura vegetal total de la parcela Carbono+



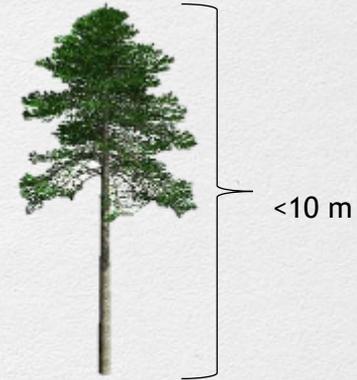
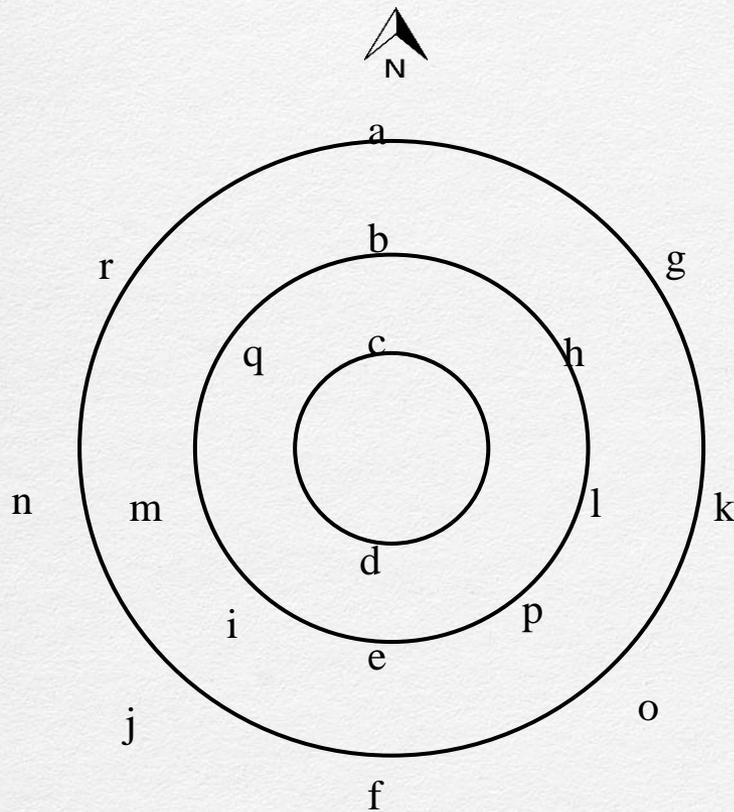
FOTOGRAFÍA ZENIT

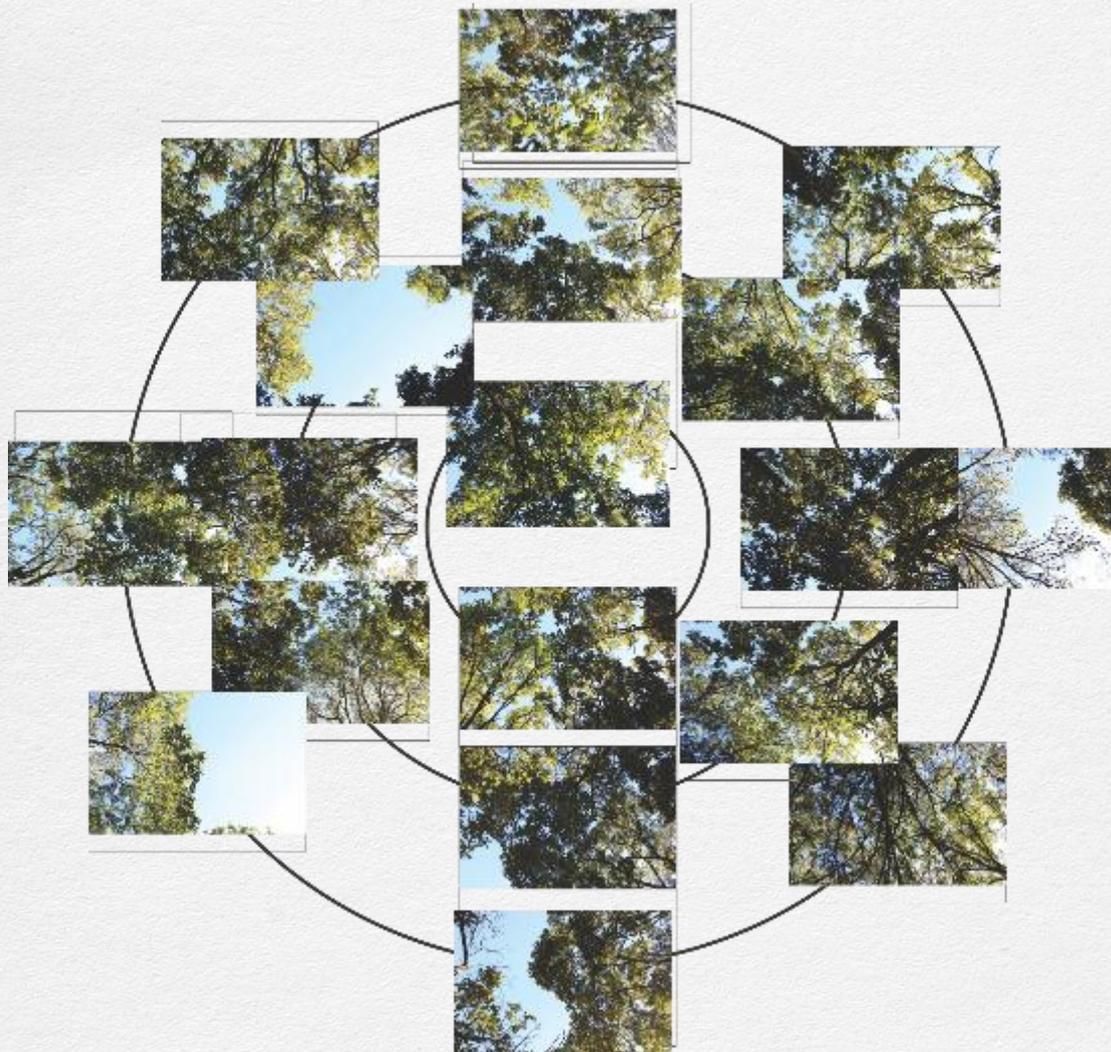


FOTOGRAFÍA NADIR



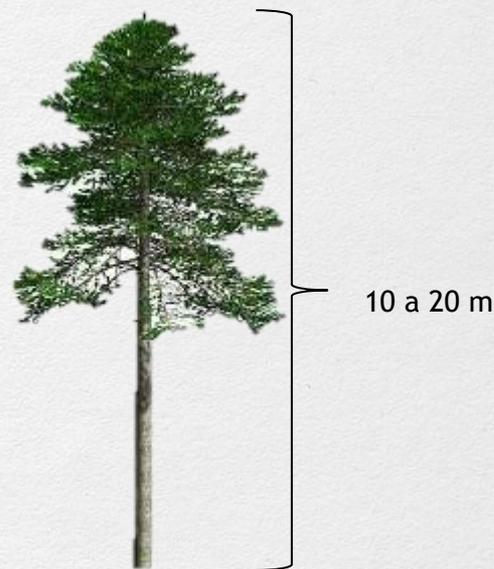
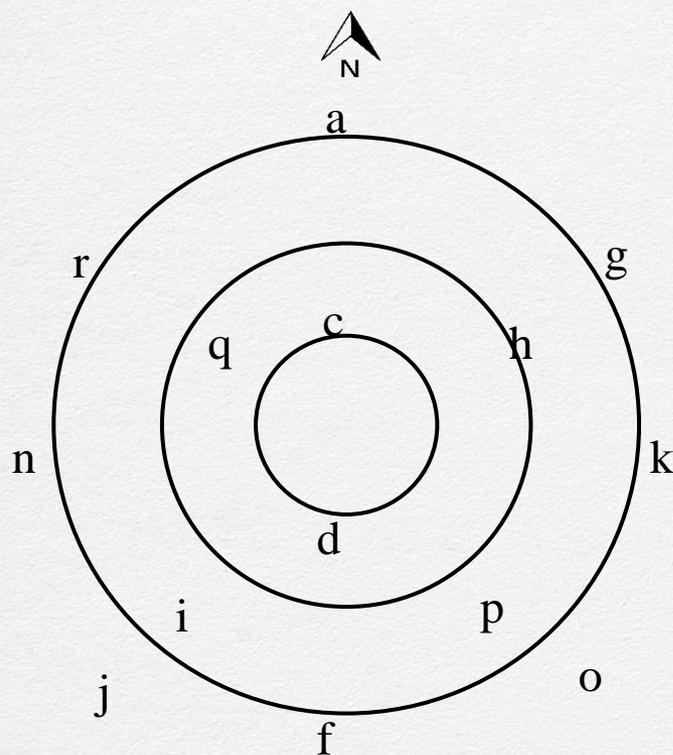
- Si el arbolado es menor a 10 metros de altura, se capturan las mismas fotos que la FASE 1

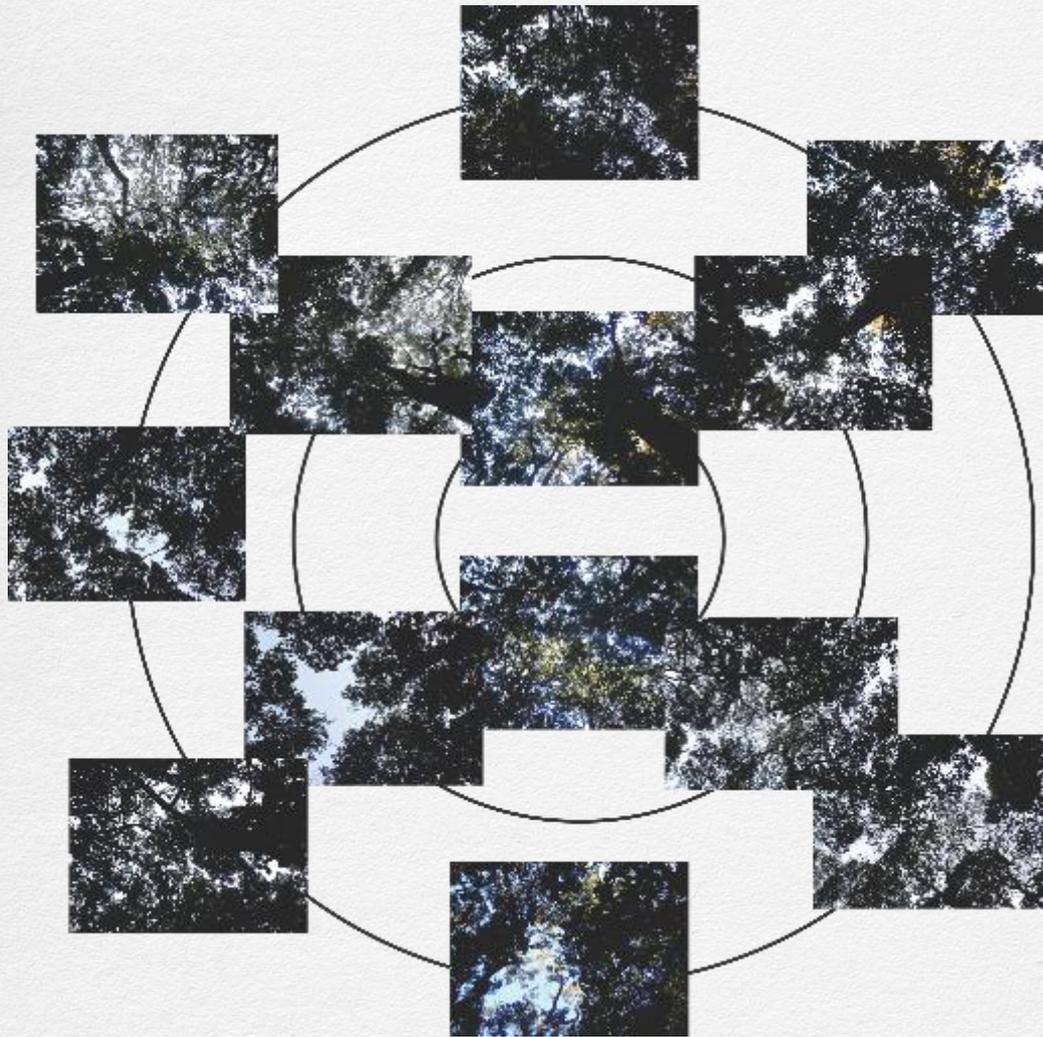




Bosque menor a
10 m de altura

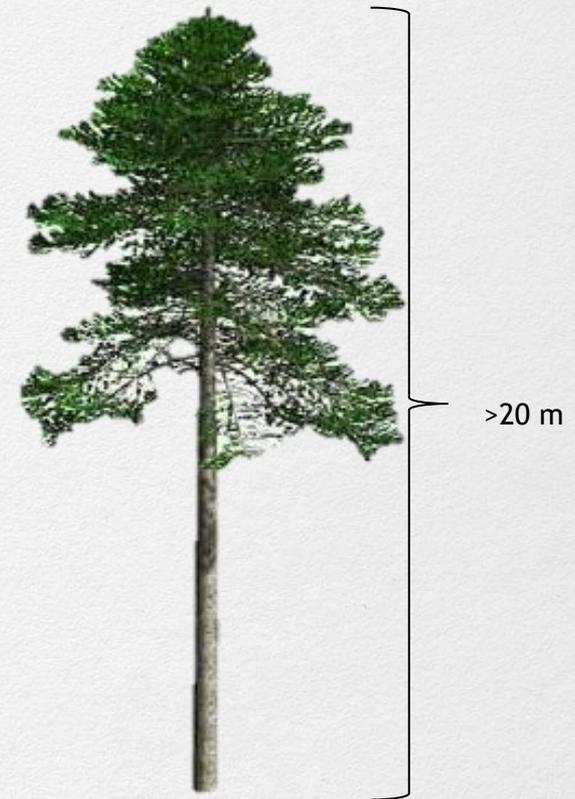
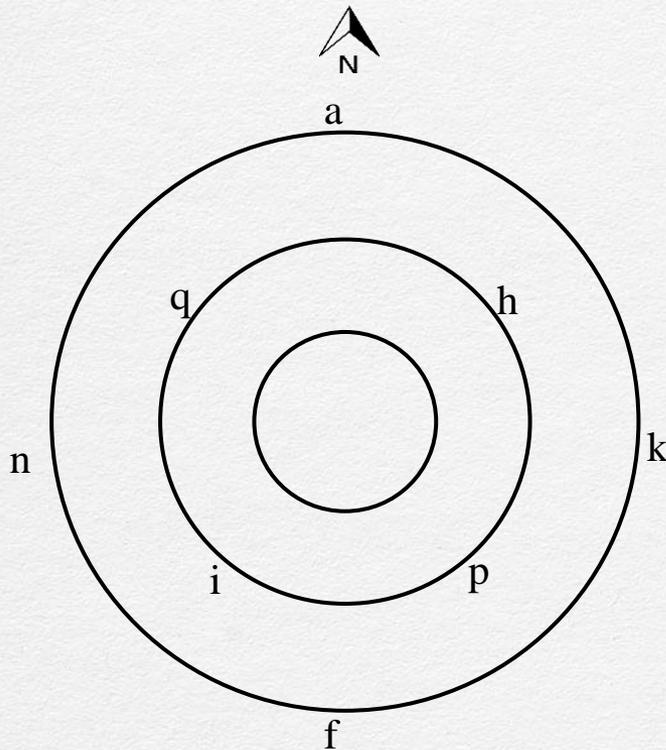
- Si el arbolado es mayor a 10m y menor a 20 m de altura, se capturan 14 fotos

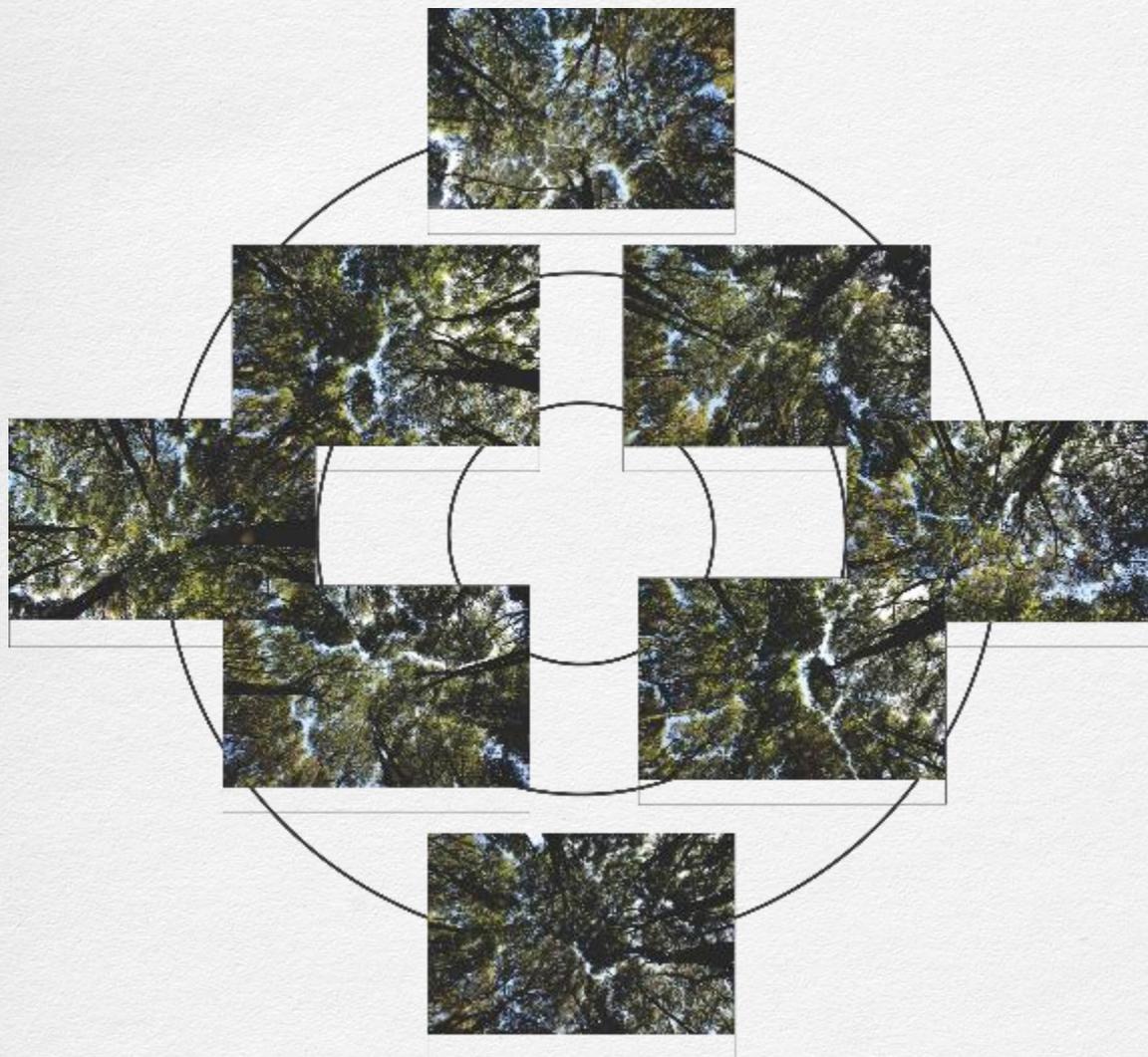




Bosque mayor a 10m
y menor a 20m de
altura

- Si el arbolado es mayor a 20 m de altura, se capturan 8 fotos



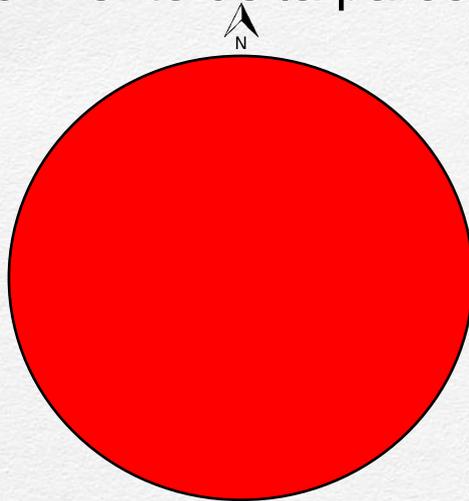


Bosque mayor a
20 m de altura

Inventario de Carbono Semicuantitativo

- 
- Estimaciones “blandas” de la densidad de carbono en los almacenes de biomasa aérea, mantillo, materia orgánica muerta y suelo.
 - El muestreo incluye dos etapas:
 - 1) descripción de la vegetación y suelo
 - 2) la reconstrucción histórica de los cambios en la vegetación a partir del conocimiento local y otras evidencias
 - El formato de campo contiene 30 apartados
 - El levantamiento involucra entre 15 y 20 min

Establecimiento de la parcela de muestreo semicuantitativo



Círculo	
Radio m	17.85
Área m ²	1000
Inventario	

**Parcela de muestreo
semicuantitativo**

Nomenclatura de las parcelas

Identificador Carbono+	1	5	0	7	1	0	3	0	0	2	1	S
	ESTADO	REGIÓN	TIPO DE VEGETACIÓN		PARCELA			TIPO				

Datos generales

Localidad próxima

Coordenadas

Porcentaje de dilución de la
precisión

Pendiente

Hora de inicio

Toma de siete fotografías





- 1 Comunidad y desarrollo vegetal
- 2 Estrato dominante
- 3 Forma de vida presente
- 4 Fenología
- 5 Evidencias de disturbio
- 6 Uso forestal
- 7 Agricultura asociada
- 8 Agroforestería
- 9 Erosión del suelo

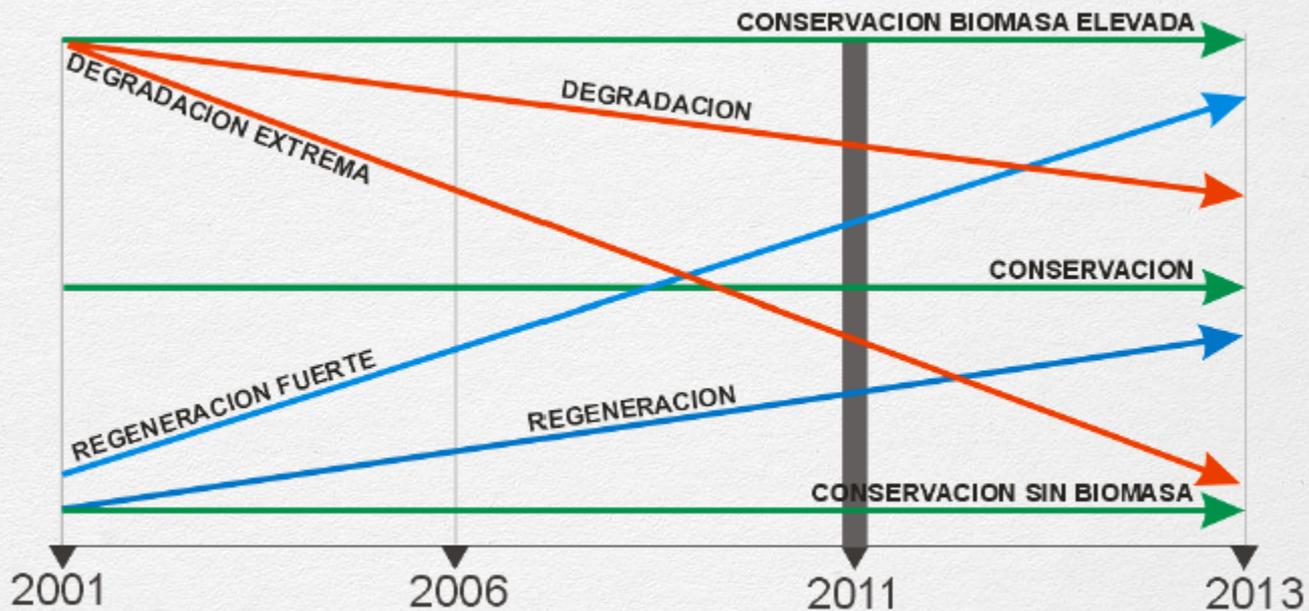
- 
- 10 Aspecto de pastos asociados
 - 11 Manejo de ganado
 - 12 Tipo de ganado
 - 13 Razas principales
 - 14 Cobertura de los estratos
 - 15 Clases diamétricas*1-2-3
 - 16 Mantillo



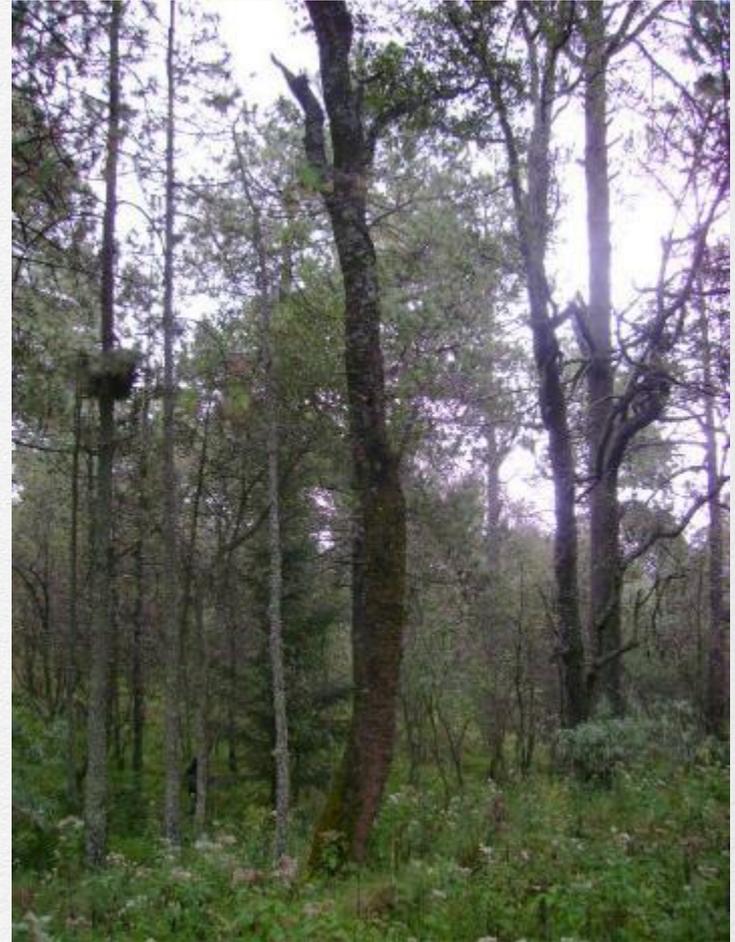
- 16 Mantillo
- 17 Compactación de suelo
- 18 Textura al tacto
- 19 Pedregosidad
- 20 Tono del color en húmedo
- 21 Intensidad en húmedo
- 22 Especies de arbustos
- 23 Especies de pastos, herbáceas o cultivos asociados

Tono pardo o café		
	Pardo o café oscuro	Pardo o café claro
Tono rojo		
	Rojo oscuro	Rojo claro
Tono gris		
	Gris oscuro	Gris claro
Tono blanco y negro		
	Blanco	Negro
Se especifica el color del suelo en estado húmedo cuando es diferente a los anteriormente ilustrados.		
Otro color		

- 24 Cronosecuencia (analice, consulte localmente y marque una x)
- 25 Historia del lugar (uso previo)



- 
- 26 Conteo de árboles en los 4 puntos cardinales
 - 27 Estimación de cobertura de copas en arbustos
 - 28 Archivo de fotos del sitio 1
 - 29. Representatividad espacial
 - 30 Hora de término



Estimaciones de Carbono en la Biomasa Aérea



Conocer los
almacenes de C y
estimar
incertidumbres en
la variabilidad
natural del paisaje

Los resultados de las **parcelas cuantitativas** permiten

- Conocer el contenido de carbono en las comunidades vegetales y usos de suelo

Los resultados de las **parcelas semicuantitativas** permiten

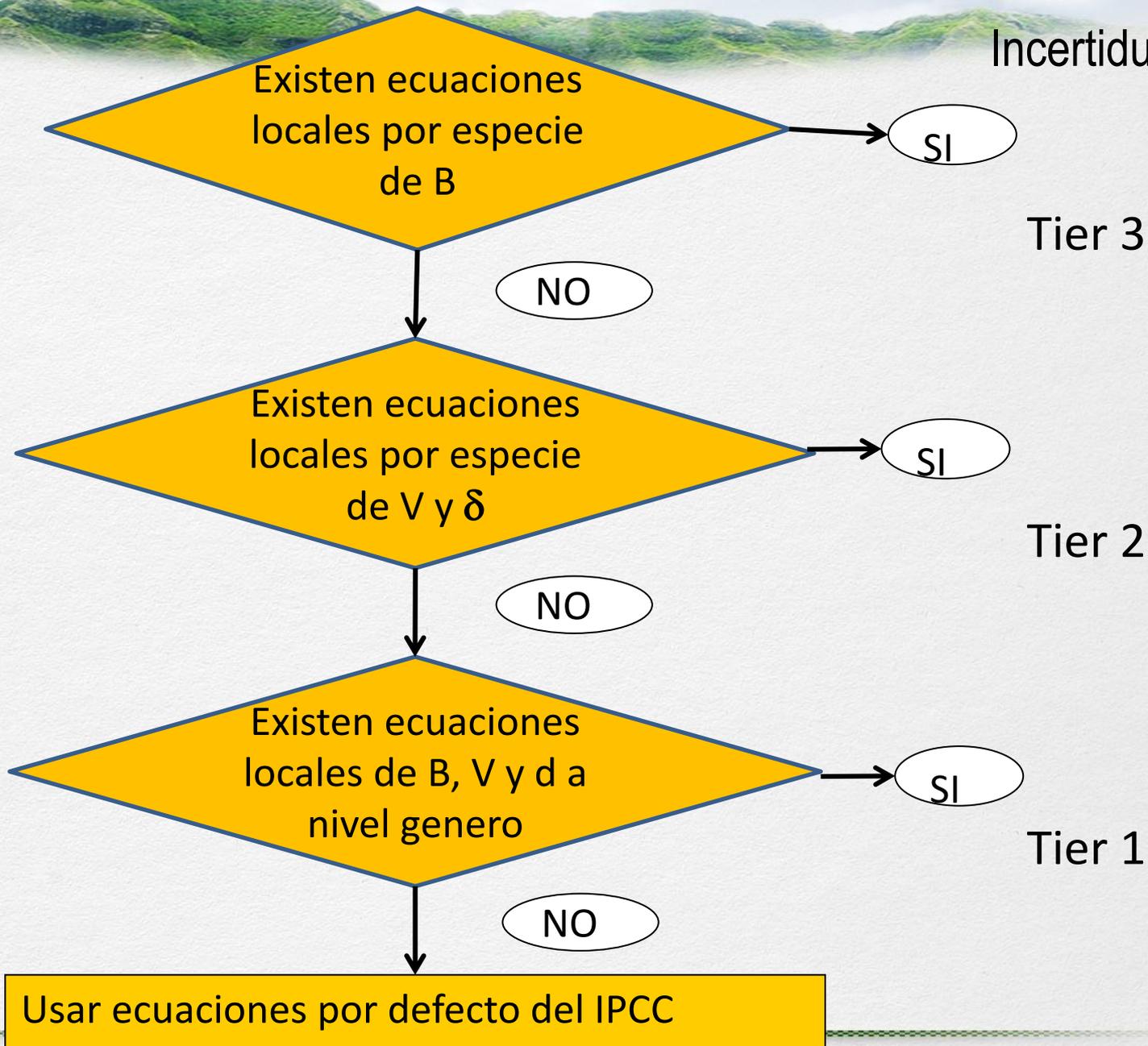
- efectuar las interpolaciones necesarias para describir comportamientos de los almacenes

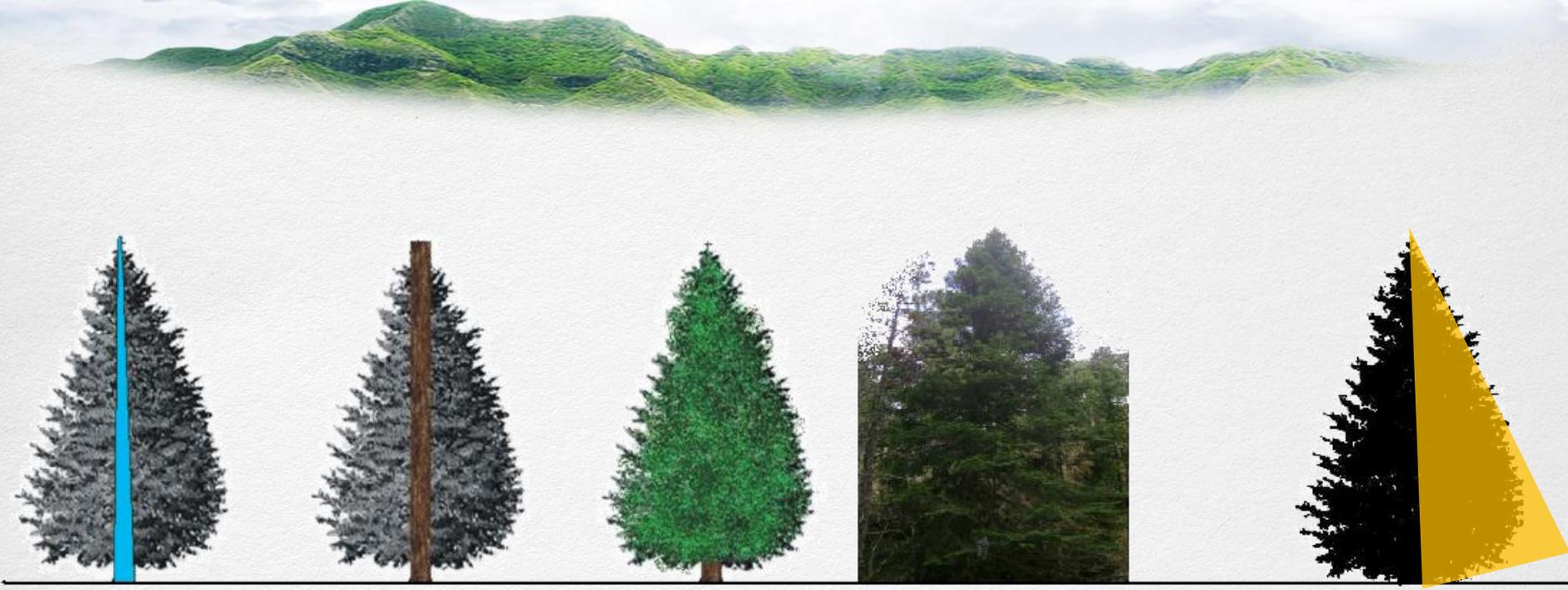
Los datos obtenidos en campo permiten estimar la biomasa de los individuos muestreados, a partir de el uso de ecuaciones alométricas específicas.



Guías de Buenas Practicas del IPCC (2003)

Incertidumbre





$$\left(\begin{array}{c} \text{Volumen} \\ m^3 \end{array} \right) * \left(\begin{array}{c} \text{Densidad} \\ \text{de la} \\ \text{madera} \\ \text{Mg/ m}^3 \end{array} \right) * \left(\begin{array}{c} \text{Factor de} \\ \text{Expansión} \\ \text{de fustes} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Biomasa} \\ \text{Mg} \end{array} \right) * \left(\begin{array}{c} \text{Factor} \\ \% \text{ de} \\ \text{Carbono} \\ \text{C} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Contenido} \\ \text{de Carbono} \\ \text{MgC} \end{array} \right)$$

Tier 2

Tier 3

Incertidumbre



Ecuaciones alométricas específicas (Rojas-García *et al.*, 2015)

$$B = \left(([a0]) * \left(([DN])^{[a1]} \right) * \frac{([HT])^{[a2]}}{1000} \right) + ([a3])$$

B = Biomasa (Mg)

DN = diámetro normal (cm)

HT = altura total (m)

a(n) = coeficientes

PM 



Importancia del especialista botánico en los muestreos

Antecedentes



- ❑ Inconsistencias en especies reportadas en Programas de manejo de la CONANP.
- ❑ Inconsistencias en tipos de vegetación reportados en inventarios forestales estatales y nacionales.
- ❑ Rojas *et al.* (2014). Quantitative Assessment of Errors in the Scientific Nomenclature of the National Forest and Soils Inventory 2004-2009.
 - 3374 spp. reportadas originalmente
 - 2996 spp. resultantes
 - 376 sinonimias y 5 spp. inexistentes.

Ventajas técnicas



- Precisión en la identidad de especies y descripciones de vegetación.
- Ayuda con dudas técnicas de carácter botánico.
- Nomenclatura actualizada.
- Colectas aptas para ejemplares de herbario.
- Fotografías de calidad..

Ventajas técnicas



Stevia monardifolia (Asteraceae)

Ventajas técnicas



Berberis muelleri
(Berberideae)



Castilleja tenuiflora
(Orobanchaceae)



Polypodium sp.
(Polypodiaceae)



Echeveria secunda (Crassulaceae)



Conopholis alpina (Orobanchaceae)



Stevia pilosa (Asteraceae)

Por su atención gracias

M en C Fabiola Rojas-García
fabiosxto1981@gmail.com

M en C Julio Wong
julwon@gmail.com

M en C Cristóbal Sánchez
crisdansanchez@gmail.com