

**PRESENTATION GIVEN AT THE REDD WORKSHOP  
ENTITLED:**

**“COURSE FOR COMMUNITY LEADERS ON PAYMENTS  
FOR ENVIRONMENTAL SERVICES (PSA) AND  
REDUCING EMISSIONS FROM DEFORESTATION AND  
DEGRADATION (REDD)”**

**AUGUST 16-20, 2009**

**RIO BRANCO, ACRE, BRAZIL**

**HOSTED BY  
FOREST TRENDS AND THE ENVIRONMENTAL  
LEADERSHIP AND TRAINING INITIATIVE**



This workshop was generously supported by the American people through the United States Agency for International Development (USAID) under the terms of the TransLinks Cooperative Agreement No.EPP-A-00-06-00014-00 to the Wildlife Conservation Society (WCS). TransLinks is a partnership of WCS, The Earth Institute, Enterprise Works/VITA, Forest Trends and the Land Tenure Center. The contents are the responsibility of the authors and do not necessarily reflect the views of USAID or the United States government.

# Determinación del Stock de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales



World Agroforestry Centre  
TRANSFORMING LIVES AND LANDSCAPES



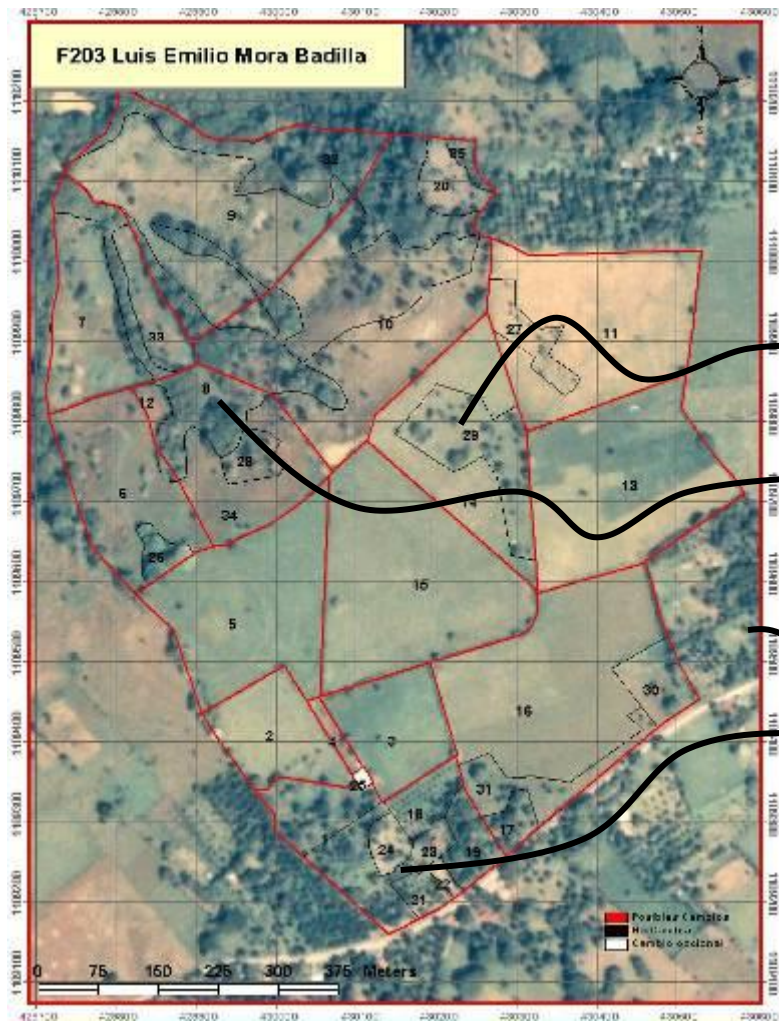
# Determinación del Stock de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales

## Diversidad de ecosistemas o usos de la tierra



# Guía para la Determinación del Stock de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales

## Carbono en el paisaje



### Carbono a nivel de finca

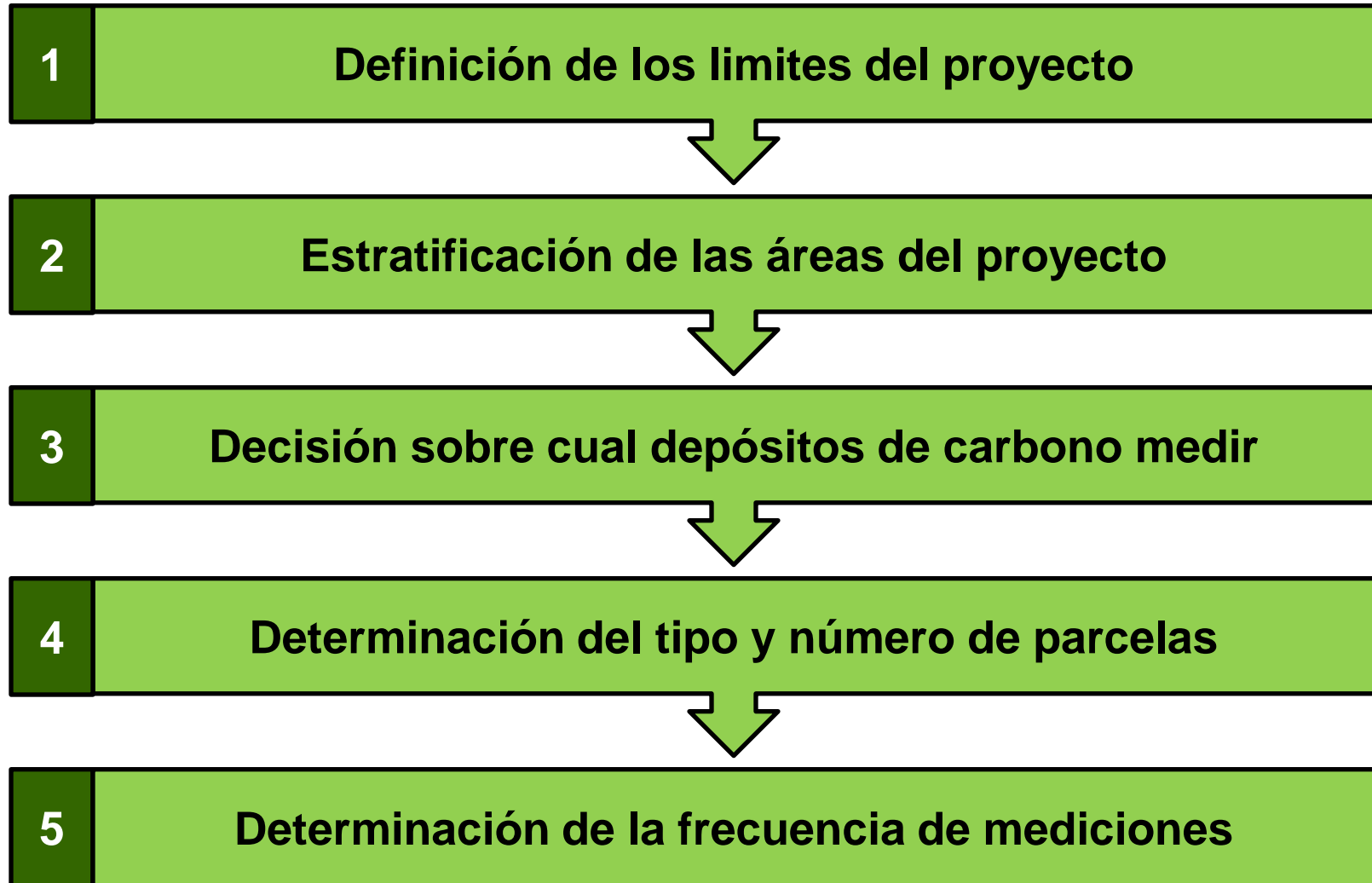
Uso de la tierra	Área	C t ha -1	Total C
Pasturas con árboles	15	128	1920
Bosques riparios	3	211	633
Plantación forestales	5	187	935
Bosque secundario	2	206	412

# PROCEDIMIENTOS PARA LA MEDICIÓN DE DEPÓSITOS DE CARBONO



# Procedimientos para la medición de depósitos de carbono

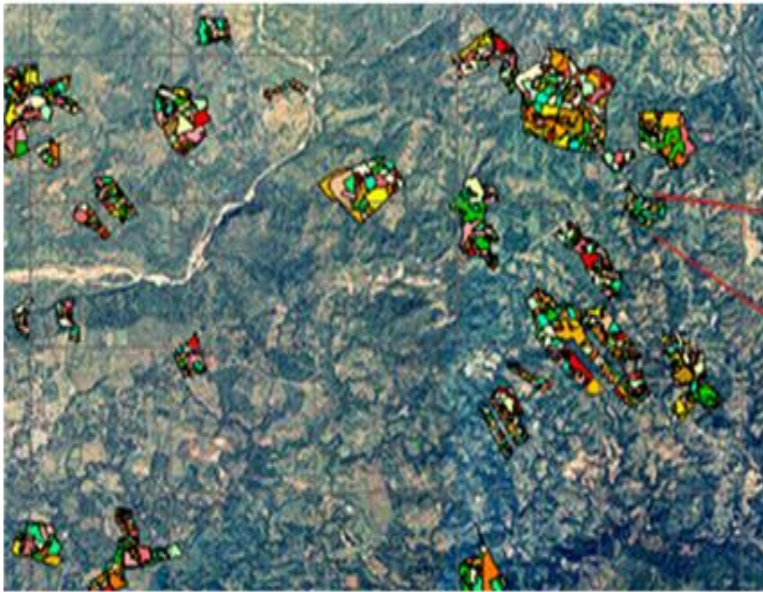
## Desarrollo del plan de medición





## Definición de los límites del proyecto

## Un proyecto puede ser:



(c) parte ou área total de um conjunto de propriedades



(b) área total de uma propriedade

# Desarrollo del plan de medición

## Definición de los limites del proyecto

Procedimientos para el mapeo:

1 – Realizado manualmente de forma conjunta o individual





Es necesario poseer un mapa del área o región donde se llevará a cabo el proyecto.

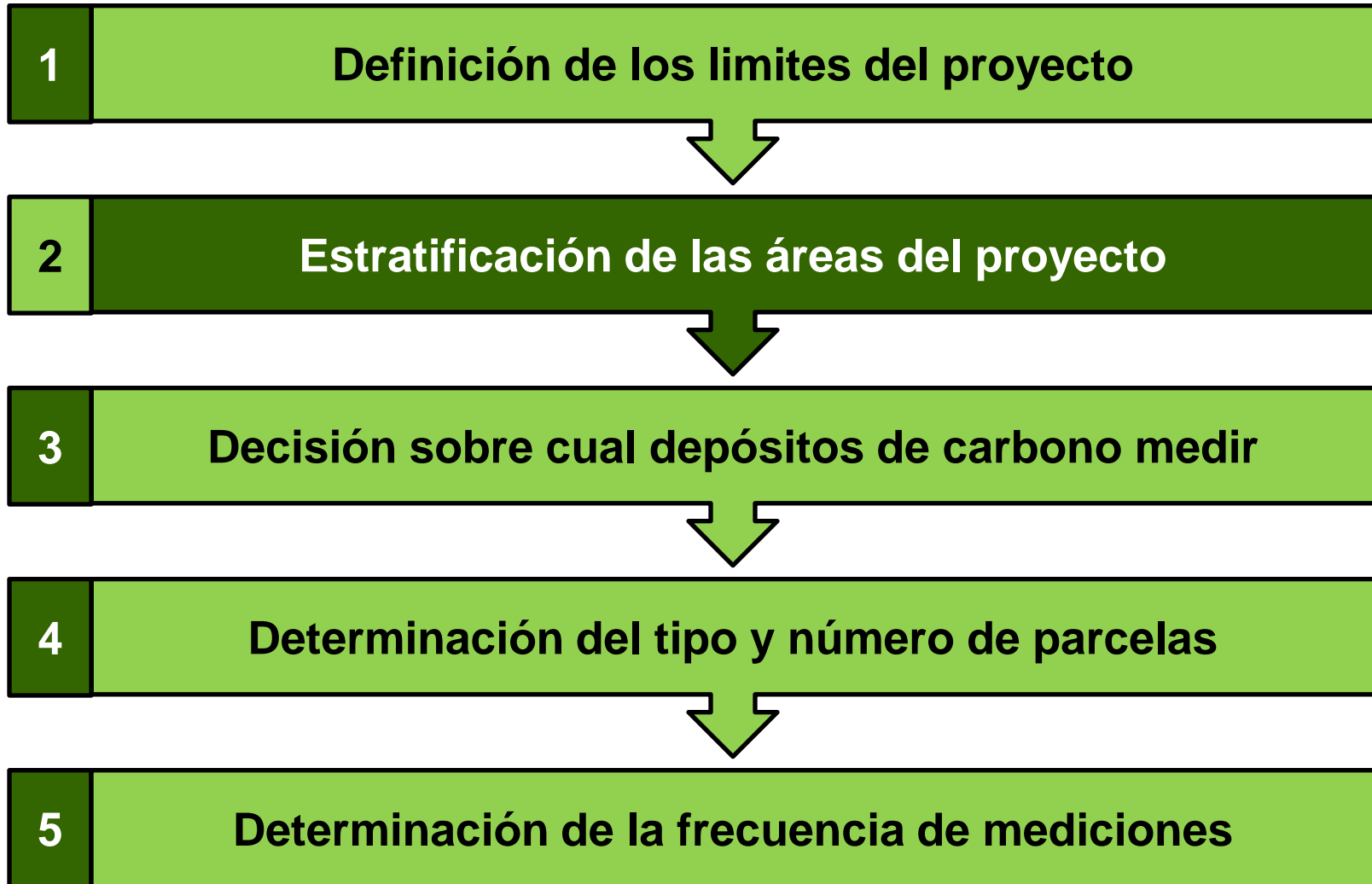
An aerial photograph showing a coastal area. A winding road or path runs through a landscape of green fields and some buildings. A large body of water, possibly a lake or a wide river, is visible on the right side of the image. The overall scene is a mix of natural and developed land.

Foto aérea

## Foto aérea

# Procedimientos para la medición de depósitos de carbono

## Desarrollo del plan de medición



## Estratificación de las áreas del proyecto

**Paso 1:** Evaluar los factores esenciales que influyen los estoques de carbono en los depósitos que serán medidos

**Paso 2:** Colectar informaciones locales sobre los factores esenciales identificados en paso anterior, considerando las siguientes variables:

- Tipo de uso do suelo
- Tipo de vegetación
- Tipo de suelo e topografía
- Tipo de manejo agronómico del sistema
- Histórico del área
- Ocurrencia de áreas protegidas por lei





## Estratificación de las áreas del proyecto

### Paso 3: Estratificación preliminar:

Conducida de forma jerárquica,  
Depende de la importancia dos factores esenciales

### Paso 4: Realizar muestreo en cada estrato.

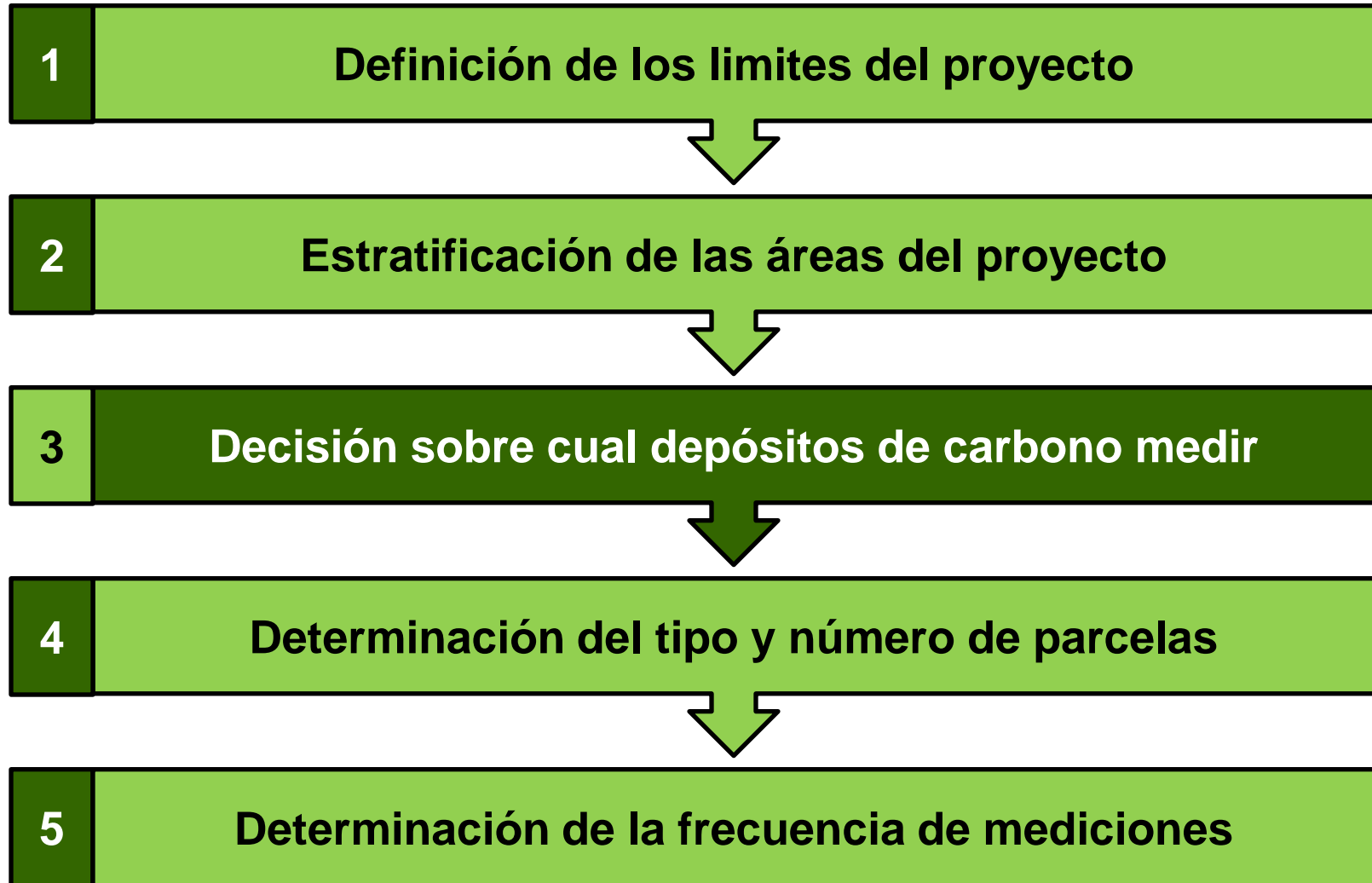
### Paso 5: Conducir estratificación adicional con base en las informaciones suplementares

### Paso 6: Generar mapa de estratificación del área



# Procedimientos para la medición de depósitos de carbono

## Desarrollo del plan de medición



# Desarrollo del plan de medición

## Decisión sobre cual depósitos de carbono medir

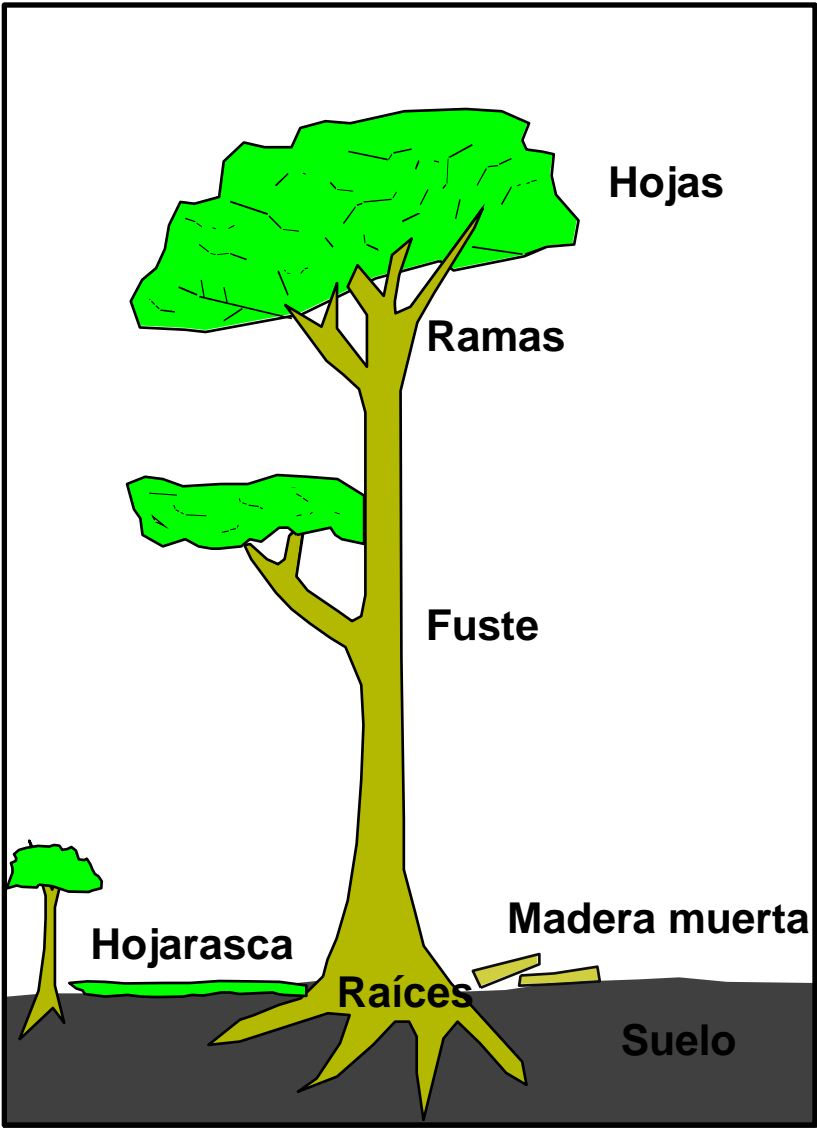
Tipo de Depósito	
Biomasa viva	Biomassa sobre el suelo
	Biomasa Bajo el suelo
Materia orgánica muerta	Madera muerta
	Hojarasca
Suelos	Materia orgánica del solo

No es necesario medir todas las fuentes de carbono, depende del tipo de proyecto.

Un proyecto puede no medir una de las fuentes de carbono, pero deberá ser claro por que no.

Todas las fuentes de carbono que se esperan cambie por actividades humanas, deberán ser medidas.

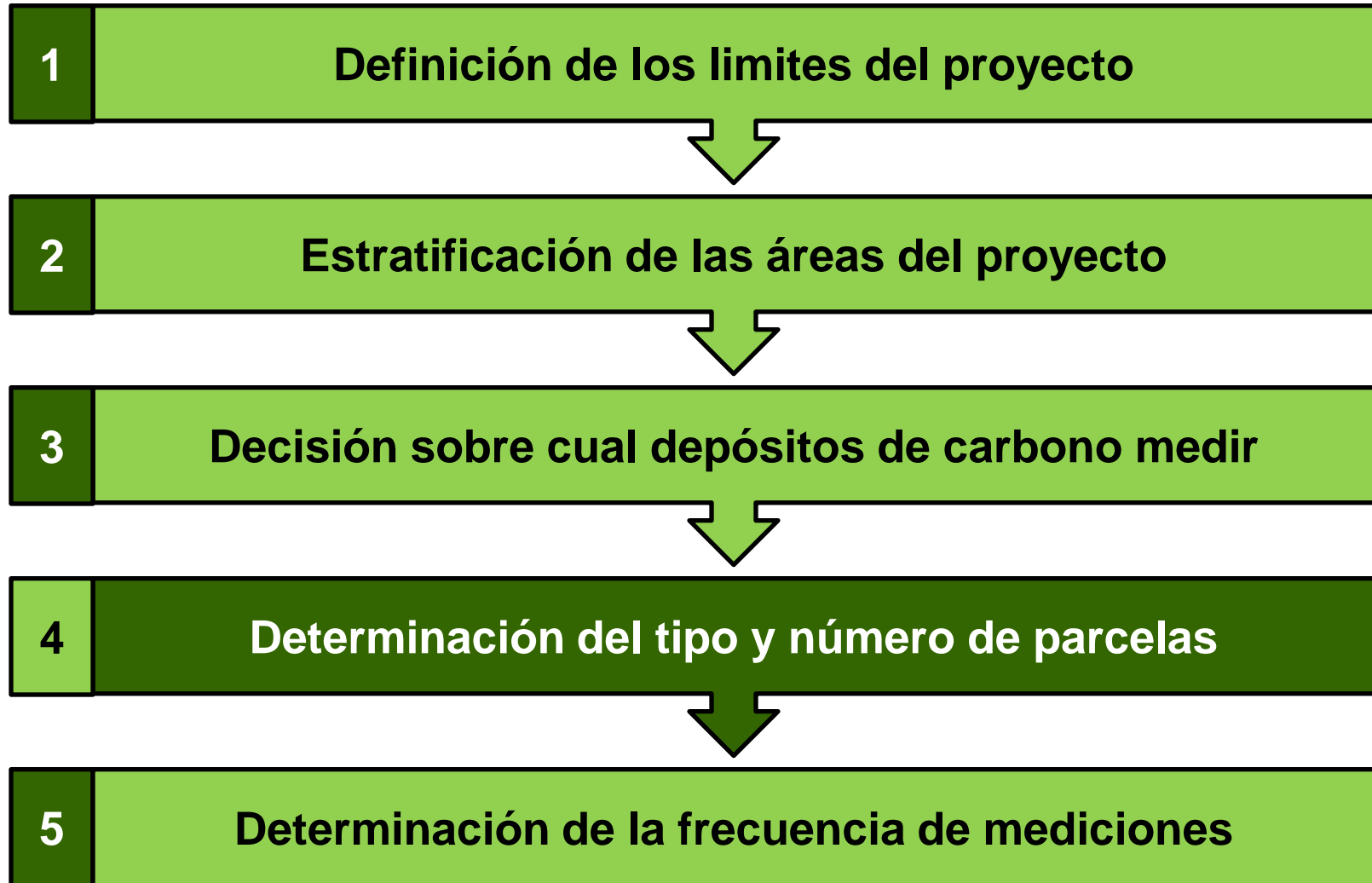
Si el cambio es muy poco o nulo, quizás se pueda prescindir de su monitoreo.





# Procedimientos para la medición de depósitos de carbono

## Desarrollo del plan de medición



# Desarrollo del plan de medición

## Determinación del tipo y número de parcelas de muestreo

### Tipo de parcelas

Temporales o Permanentes

#### Permanente

Más eficientes las permanentes  
Desvantagem manejo diferenciado



Marcadas de manera tal que e no pierda su ubicación en el tiempo. **El uso de GPS es importante.**

Mapear los árboles: determinar tasa de crecimiento, nuevos individuos, cosechas o mortalidad.

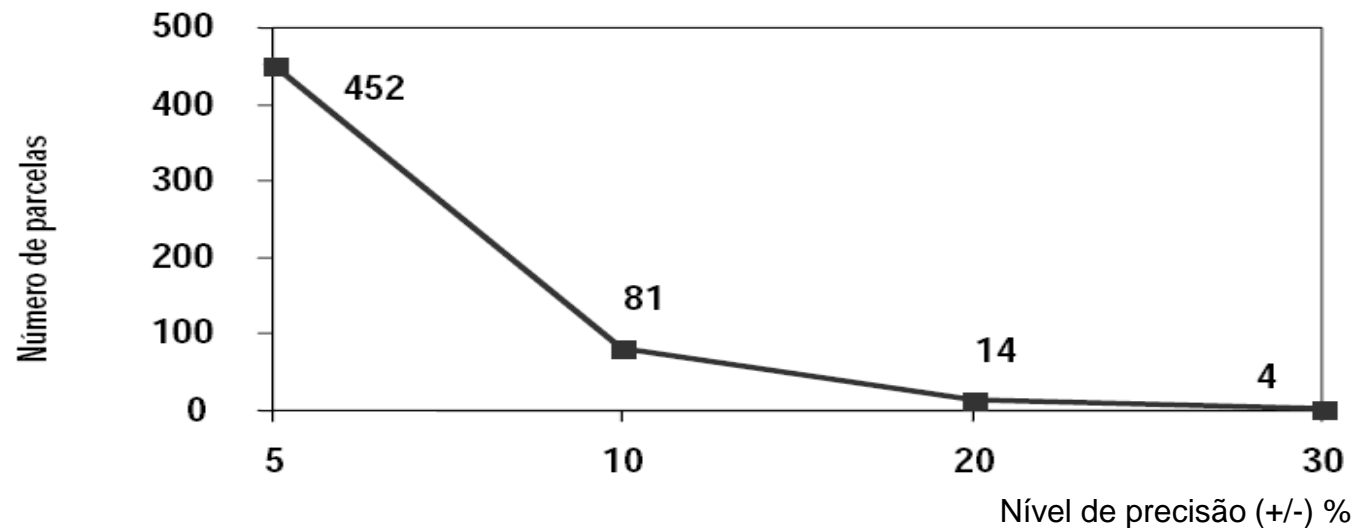
# Determinación del tipo y número de parcelas de muestreo

## Cálculo para el número de parcelas

### Paso 1. Identificar el nivel de precisión deseado

El nivel de precisión esta relacionado con los recursos disponibles.

Un nivel de precisión de 10% del valor verdadero de la media a un nivel de confiabilidad de 95%.



### Paso 2. Selección del área para tomar datos preliminares.

La idea es obtener la varianza de la media para luego según el nivel de precisión deseado, calcular el número de parcelas.

Si el proyecto posee varios estratos, habrá que realizar estos pasos para cada estrato.



# Determinación del tipo y número de parcelas de muestreo

## Cálculo para el número de parcelas

**Paso 3.** Estimar media, desviación estándar y varianza del stock de carbono de los datos preliminares.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

**Promedio**

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

**Variância**

$$S \equiv \sqrt{S^2}$$

**Desvio Estandar**

**Paso 4.** Calcular el número de parcelas requeridas.

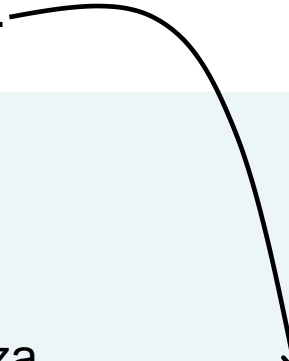
**n**= número de parcelas

**E**= error permitido (media x nivel de precisión)

**t**= muestra estadística de la distribución *t* para un nivel de 95% de confiabilidad (generalmente se utiliza el 2 como número de muestra)

**N<sub>h</sub>**= área del estrato *h* a muestrear  
(área del estrato tamaño de la parcela en ha)

**s**= desviación estándar del estrato *h*


$$n = \frac{\left( \sum_{h=1}^L N_h * S_h \right)^2}{\frac{N^2 * E^2}{t^2} + \left( \sum_{h=1}^L N_h * s_h^2 \right)}$$

# Determinación del tipo y número de parcelas de muestreo

## Cálculo para el número de parcelas

### Programa para la determinación de los números de parcelas

#### Winrock Terrestrial Sampling Calculator

Inicio

Insertar

Diseño de página

Fórmulas

Datos

Revisar

Vista

Pegar

Formato condicional

Insertar

Formato como tabla

Eliminar

Estilos de celda

Formato

Ordenar

Buscar y seleccionar

Modificar

Portapapeles

Fuente

Alineación

Número

Estilos

Celdas

A3

Measurement Cost												
Includes cost of establishing the plots in test year												
Cost category		Dollars										
Labor cost		Mean	+1SD	-1SD								
Short day		\$1,925.00	\$1,050.00	\$1,050.00								
Average day		\$1,020.00	\$990.00	\$980.00								
Long day		\$2,800.00	\$1,050.00	\$1,050.00								
Living Expenses												
Short day		\$950.00	\$380.00	\$380.00								
Average day		\$480.00	\$250.00	\$250.00								
Long day		\$480.00	\$250.00	\$250.00								
Accommodation												
Short day		\$480.00	\$280.00	\$280.00								
Average day		\$280.00	\$180.00	\$180.00								
Long day		\$280.00	\$180.00	\$180.00								
Equipment and Supplies												
Total Equipment costs		\$750.00	\$250.00	\$250.00								
Short day		\$750.00	\$250.00	\$250.00								
Average day		\$432.00	\$180.00	\$180.00								
Long day		\$432.00	\$180.00	\$180.00								
Supplies		\$467.00										
Analysis Costs		\$1,925.00										
Fuel cost \$9 gallons/day												
Short day		\$200.00	\$60.00	\$60.00								
Average day		\$120.00	\$30.00	\$30.00								
Long day		\$120.00	\$30.00	\$30.00								
Fixed costs of travel		\$15,000.00										

Total project measurement cost- absence of any risk factor (\$)

Short day	\$20,295.00	\$18,750.00	\$18,750.00
month	\$4.05	\$2.75	\$2.75
Average day	\$19,370.00	\$18,452.00	\$18,452.00
month	\$4.97	\$2.62	\$2.62
Long day	\$20,295.00	\$18,522.00	\$18,522.00
month	\$4.05	\$2.70	\$2.70

Total project measurement cost accounting for risk factor (\$)

Short day	\$22,041.00	\$20,625.00	\$20,625.00
month	\$4.57	\$4.01	\$4.01
Average day	\$21,572.00	\$20,287.20	\$20,287.20
month	\$4.39	\$4.00	\$4.00
Long day	\$22,041.00	\$20,274.20	\$20,274.20
month	\$4.49	\$4.07	\$4.07

WINROCK INTERNATIONAL

Copyright 2006 ©

www.winrock.org

CarbonServices@winrock.org

Winrock\_Sampling\_Calculator.xls [Modo de compatibilidad] - Microsoft Excel

Inicio

Insertar

Diseño de página

Fórmulas

Datos

Revisar

Vista

Pegar

Formato condicional

Insertar

Formato como tabla

Eliminar

Estilos de celda

Formato

Ordenar

Buscar y seleccionar

Modificar

Portapapeles

Fuente

Alineación

Número

Estilos

Celdas

C5

Plot Quantity - Aboveground Carbon																	
Enter values into the green cells. Use the "Tab" or "Enter" key to jump to the next green cell.																	
REQUIRED ERROR AND CONFIDENCE LEVEL																	
e - level of error (%)		10.0%															
t - level of confidence (%)		95.0%															
Sample minimum (20-4)		1500															
Total project area size		5000 hectares															
Allowable errors are 95, 99 or 99.99 percent.																	
If no cost information exists, then leave C1=1																	
SIZE AND VARIANCE OF EACH STRATA																	
Stratum	Stratum Name	Area (ha)	Mean C (kg/ha)	Standard Deviation (kg/ha)	Plot size (ha)	Cost C (if no cost, put C=1)	Variance (kg/ha C)	Coefficient of Variation	N <sub>h</sub>	W <sub>h</sub>	W <sub>h</sub> *n <sub>h</sub> *s <sub>h</sub> <sup>2</sup>	W <sub>h</sub> *n <sub>h</sub>	W <sub>h</sub> *n <sub>h</sub> *s <sub>h</sub> <sup>2</sup>	N <sub>h</sub>	N <sub>h</sub> *n <sub>h</sub> *s <sub>h</sub> <sup>2</sup>	N <sub>h</sub>	N <sub>h</sub> *n <sub>h</sub> *s <sub>h</sub> <sup>2</sup>
Stratum 1	es 1 Lowland forest	3480	126.26	22.21	0.08	1	536.2041	18%	42508	0.68	6.7620	15.7620	586425	22594324	42580	586425	62580
Stratum 2	es 2 Degraded land	560	70	34.70	0.08	1	140.8596	48%	10258	0.18	6.2604	6.2604	391275	13080545	10258	391275	10258
Stratum 3	es 3 Upland forest	720	162.3	11.85	0.08	1	0	12%	6756	0.18	1.6684	1.6684	183775	1230772	8770	183775	8770
Stratum 4						1	0										
Stratum 5						1	0										
Stratum 6						1	0										
Stratum 7						1	0										
Stratum 8						1	0										
Stratum 9						1	0										
Stratum 10						1	0										
INTERMEDIATE CALCULATIONS																	
N = sum N <sub>h</sub>		62580															
Total Area		5000 hectares															
Weighted Mean C		151.8448 kg/ha															
Weighted Plot Size		0.08 ha															
Weighted SD		22.7026															
Weighted Total Variance		503.742044															
Results - Aboveground Carbon - Number of plots to be used																	
Sourcebook for LULUCF Projects		AR-AM0001, AM0005, AM0006, AM0007															

WINROCK INTERNATIONAL

Copyright 2006 ©

www.winrock.org

CarbonServices@winrock.org

AR-AM001, AM0005, AM0006 Equations:

$$n = \left( \frac{t}{E} \right)^2 \left[ \sum_{h=1}^H W_h \cdot s_h \cdot \sqrt{C_h} \right] \cdot \left[ \sum_{h=1}^H W_h \cdot s_h / \sqrt{C_h} \right]$$

$$n_h = n \cdot \frac{W_h \cdot s_h / \sqrt{C_h}}{\sum_{h=1}^H W_h \cdot s_h / \sqrt{C_h}}$$

Intro

Aboveground C - Plots

Soil C - Plots

Unit Costs

Cost w. establishment

Cost w/out. establishment

25%

# Determinación del tipo y número de parcelas de muestreo

## Cálculo para el número de parcelas

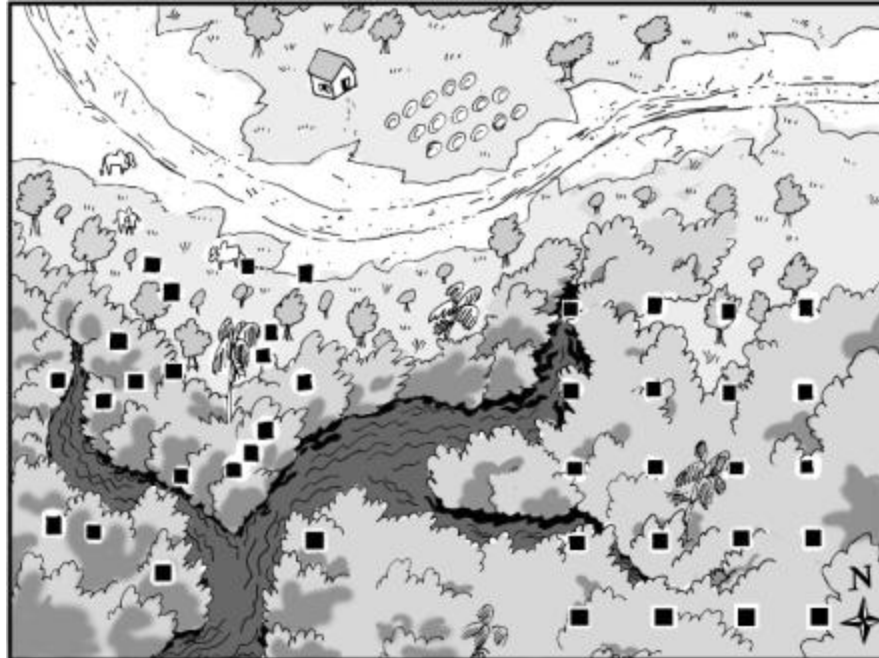
### Ubicación de las parcelas

**Paso 1.** Preparar un mapa del proyecto con sus bordes y sus estratos bien definidos

**Paso 2.** Decidir si las parcelas serán distribuidas al azar o de manera sistemática

**Paso 3.** Selección de los sitios específicos para cada parcela

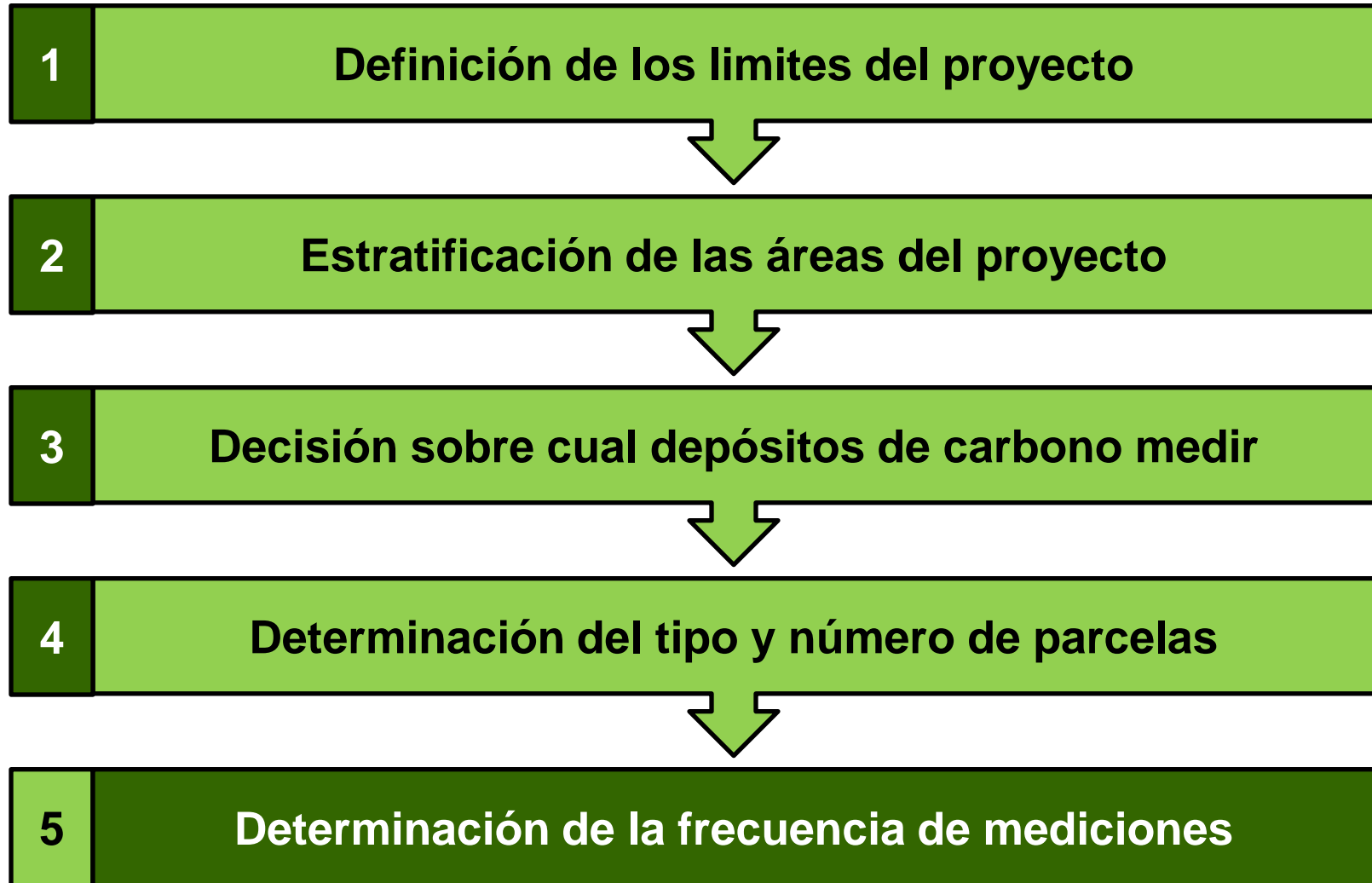
Azar: Dividiendo el mapa en mediante cuadrículas



Sistemático: patrón definido a través del área, por ejemplo según edad del uso de la tierra.

# Procedimientos para la medición de depósitos de carbono

## Desarrollo del plan de medición





# MEDICIÓN DIAMETRO Y ALTURA



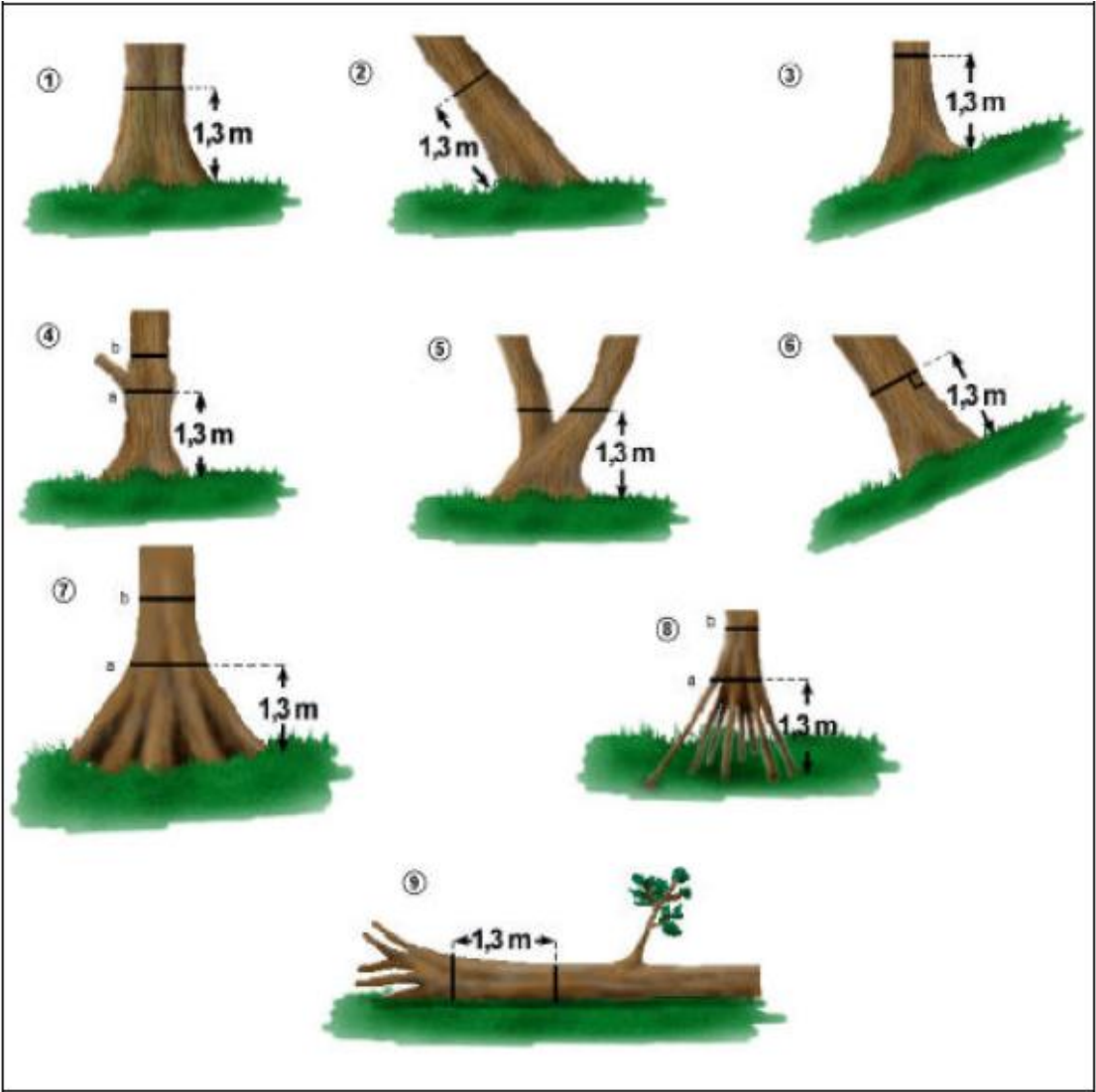
# Medición de diámetro y altura de los arboles

## Medición de diámetro

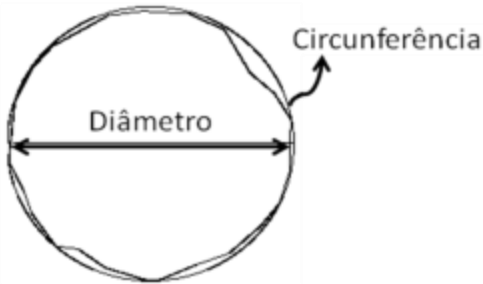


# Medición de diámetro y altura de los arboles

## Medición de diámetro



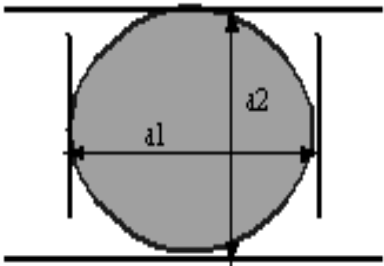
### Medición cinta normal



$$D = C / \pi$$

Donde:  
D es el diâmetro  
C es la circunferência  
 $\pi$  (PI) equivale a 3.1415

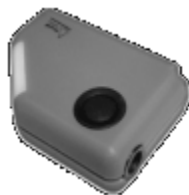
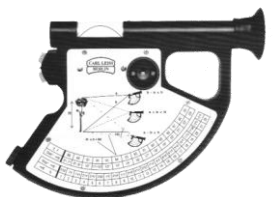
### Medición con forcípula Árbol no circular



$$d = (d1 + d2) / 2$$

# Medición de diámetro y altura de los arboles

## Medición de altura



a. Clinômetro Sunnto	b. Hipsômetro Blume-Leiss	c. Clinômetro Eletrônico Haglöf	d. Hipsômetro Vertex.
Equipamientos Manuales		Equipamientos Digitales	



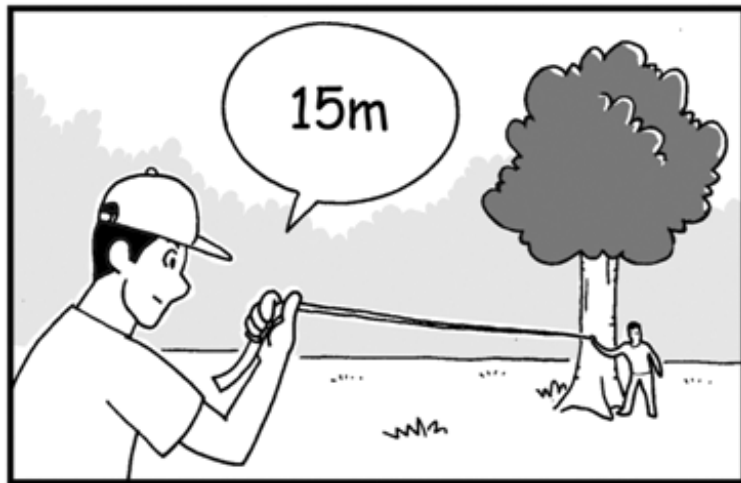


# Medición de diámetro y altura de los arboles

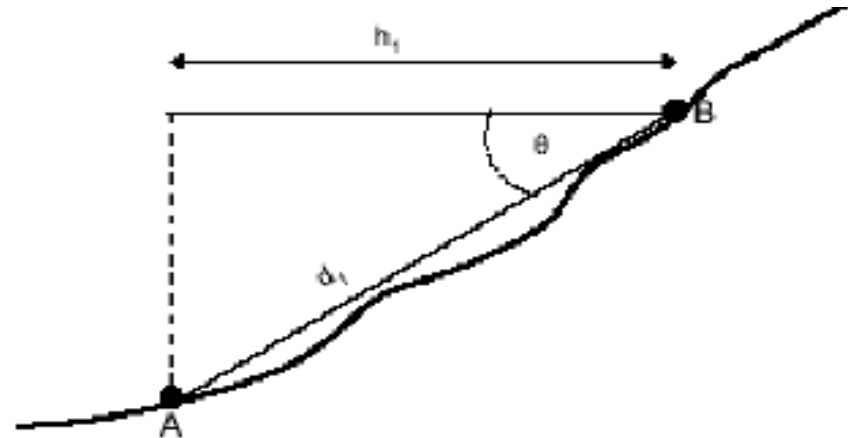
## Medición de altura

### Procedimientos

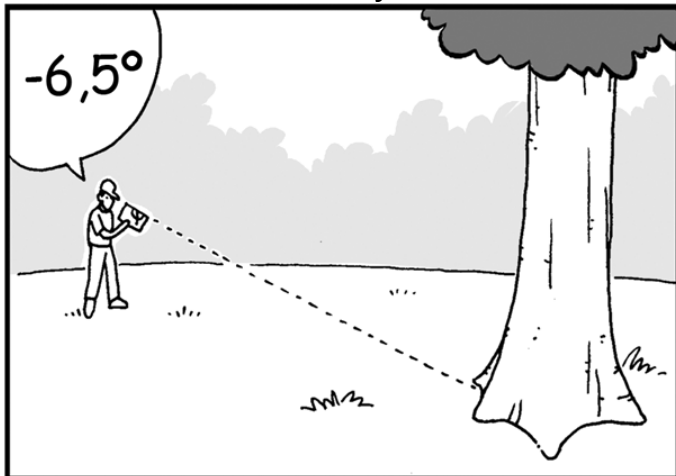
#### Paso 1. Medir distancia



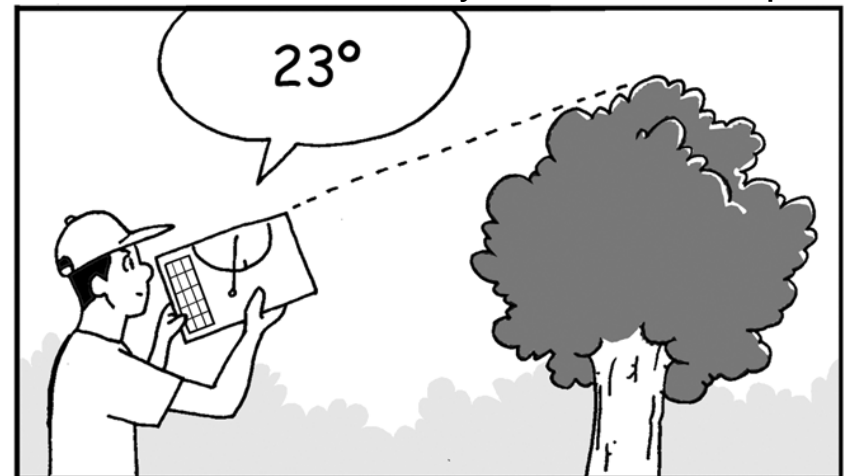
#### Paso 2. Corrección de la inclinación del terreno



#### Paso 3. Observación y medición de la base

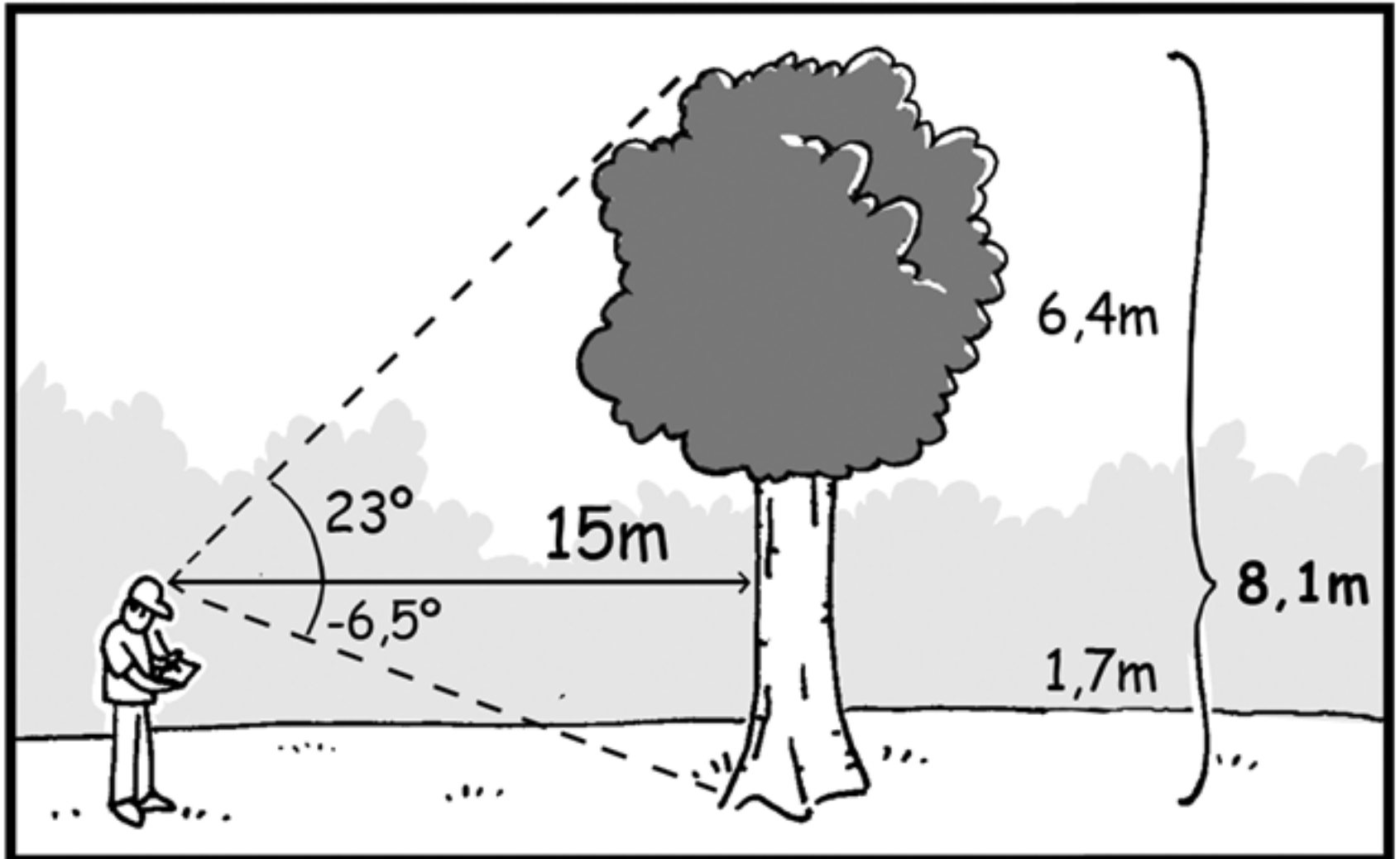


#### Paso 4. Observación y medición del apice

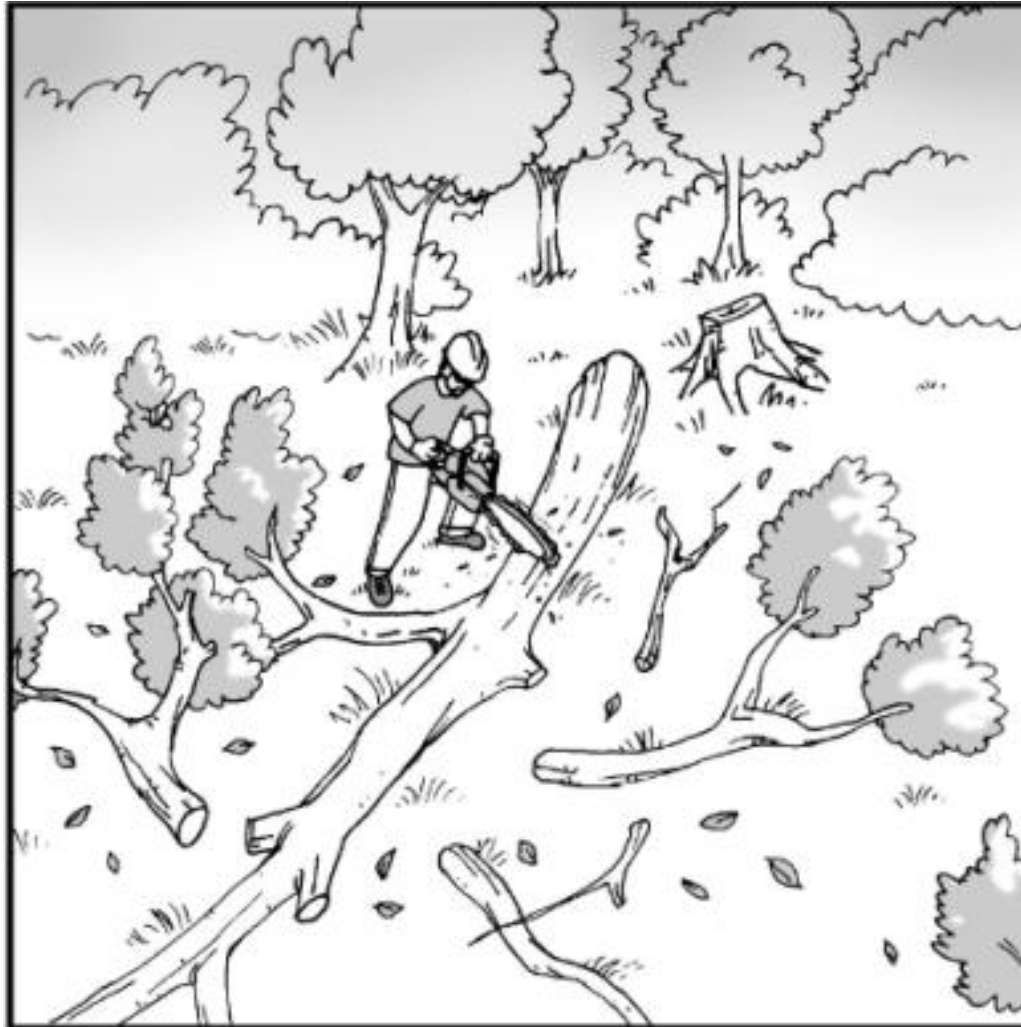


# Medición de diámetro y altura de los arboles

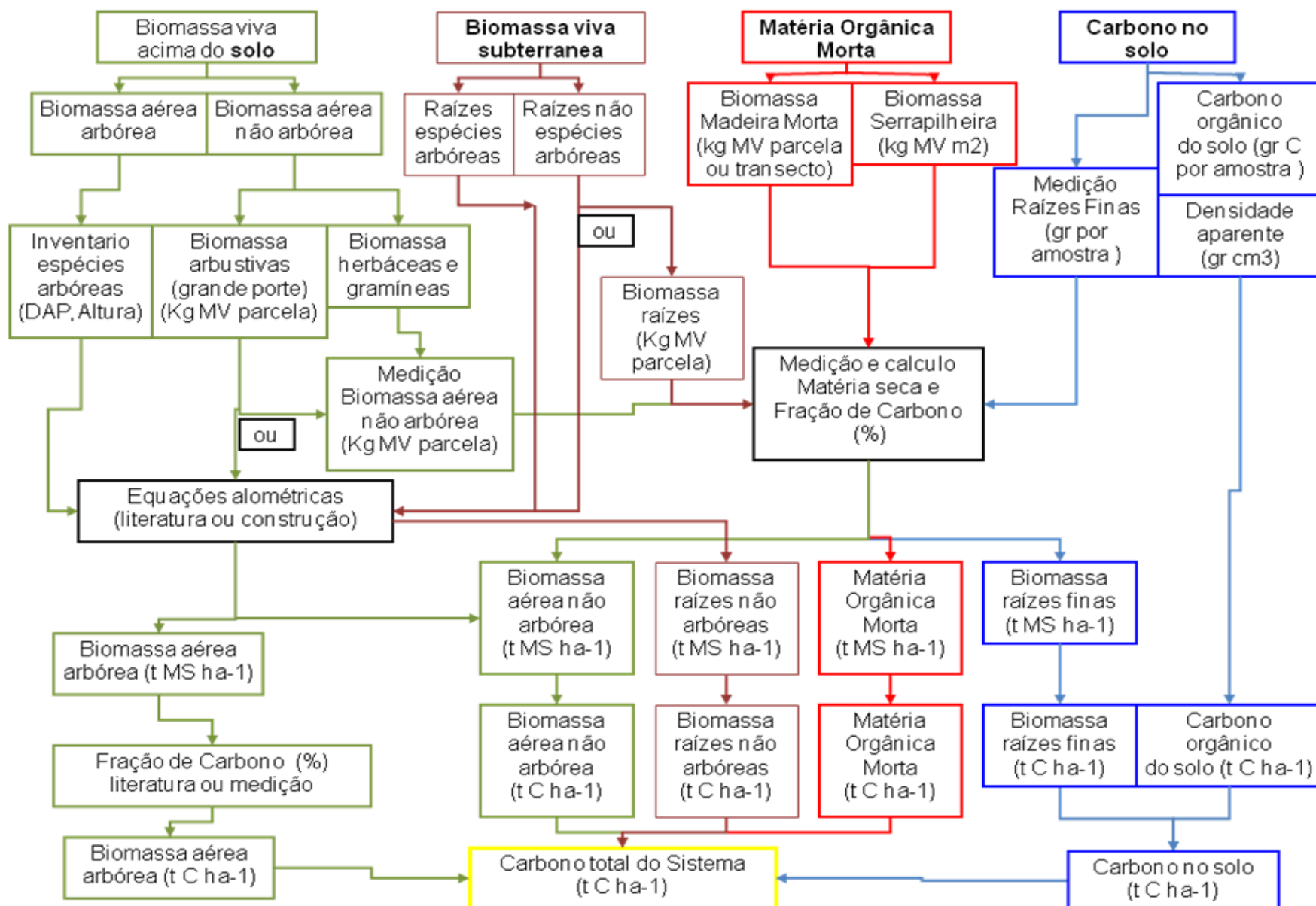
## Medición de altura



# MEDICIÓN Y ESTIMACIÓN DE BIOMASA SOBRE EL SUELO

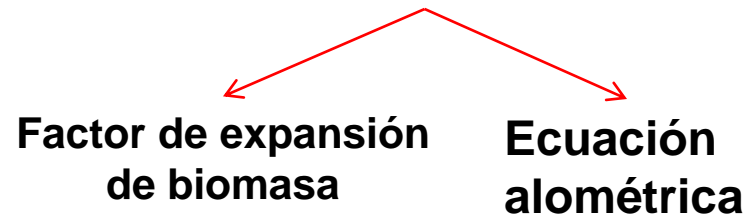


# Esquema del proceso metodológico por componentes





### Método direto e Método indireto



### Factor de expansão de biomasa

El factor de expansión de la biomasa es la proporción directa entre Biomasa aérea total (BT) y Biomasa de fuste (BF).

$$\text{FEB} = \text{BT} / \text{BF}$$

### Ecuación alométrica genérica

$$B_{\text{ASU}} = f(\text{dados dimensionais})$$

Onde:

$B_{\text{ASU}}$ : é a biomassa arbórea acima do solo de uma unidade, em kilogramas de matéria seca por árvore (Kg. M.S./árvore);

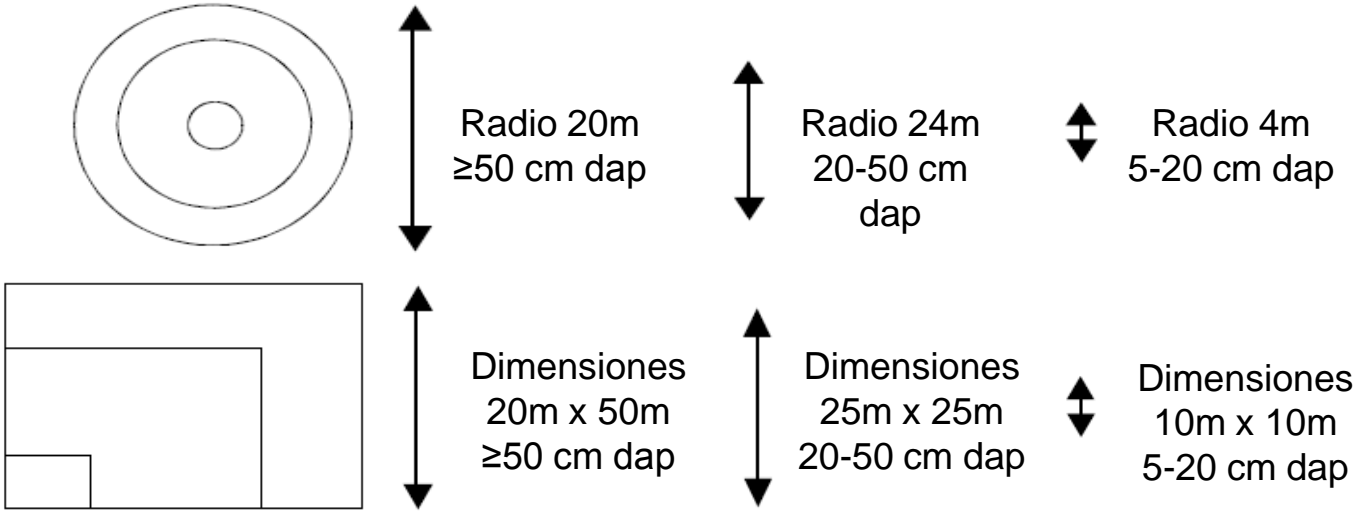
$f$  (dados dimensionais): é uma equação alométrica relacionando a biomassa acima do solo (Kg. M.S./árvore) aos dados dimensionais medidos em campo (ex. diâmetro na altura do peito – dap, e altura total da árvore – ht, etc).

# Medición y estimación de biomasa sobre el suelo

## Biomasa arbórea

Reglas simples para facilitar la decisión sobre tamaño de la parcela

Diámetro Dap	Radio Parcela circular	Parcela rectángula
≤ 5 cm	1 m	2m x 2m
5-20 cm	4 m	10 m x 10m
20-50 cm	14 m	25m x 25m
≥50 cm	20 m	20m x 50m



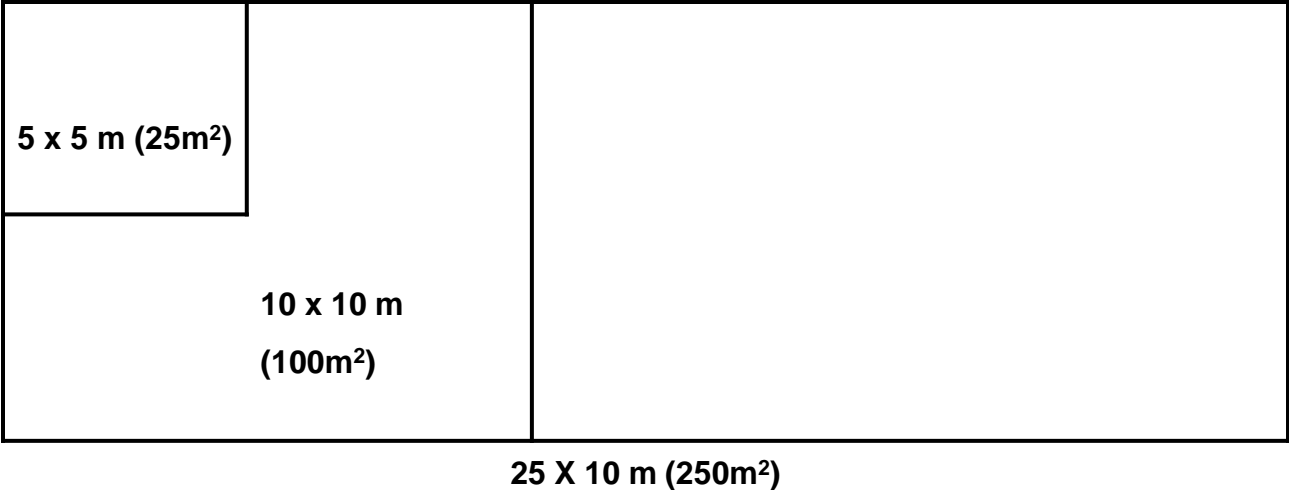
La selección de las dimensiones de las parcelas será acorde al tipo de vegetación a muestrear.

# Medición y estimación de biomasa sobre el suelo

## Biomasa arbórea

Inventario forestal en bosques secundarios, bosques riparios y sistemas agroforestales

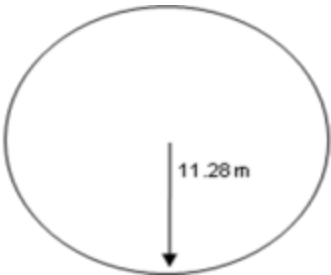
- Parcelas rectangulares de:
- 250 m<sup>2</sup> (25 x 10 m) para árboles y palmeras con (dap) superior a 10 cm;
  - 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m) para árboles de 5 a 9.9 cm de dap.
  - 25 m<sup>2</sup> (5 x 5 m) para especies forestales con diámetros inferiores a 4.9 cm e ≥ a 1.5 m de altura



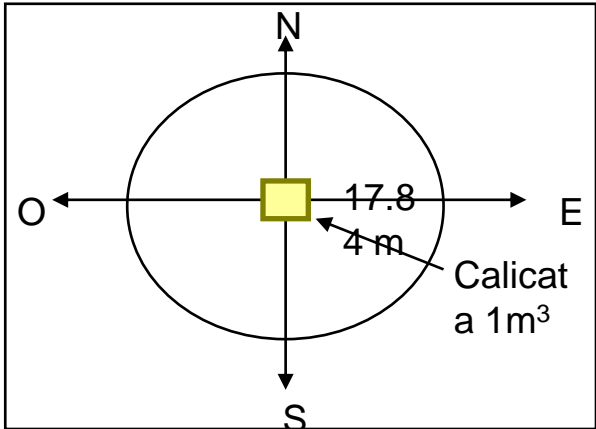
Ecuación Alométrica	Tipo de Bosque	Intervalo de dap medidos
$Y = \exp[-2,289 + 2,649 \cdot \ln(\text{dap}) - 0,021 \cdot (\ln(\text{dap}))^2]$	Maderas duras de zonas tropicales húmedas	5 - 148
Y = materia seca sobre el suelo, en kg de materia seca por árbol dap = diámetro a altura do pecho, en cm ln = logaritmo natural; exp = “elevado a potencia de”		

Biomasa arbórea

Inventario de árboles dispersas



Parcela circular (1000 m2) de muestreo para componente arbóreo en pasturas, también se puede censar todo el potrero.



400 m² (11,28 m de raio)

Ecuación Alométrica	Tipo de bosque	Fuente
$\text{Log}_{10} Y = -2.18062 + 0.08012(\text{DAP}) - 0.0006244(\text{DAP}^2)$	Árboles dispersas en pasturas en Centroamérica	1
$Y = 4.5 + 7.7 * H$	Palmeiras	2
<div>Log<sub>10</sub> Y = Logaritmo base 10 da materia seca sobre el suelo, en kg de materia seca por árbol</div> <div>Y = materia seca sobre el suelo, en kg de materia seca por árbol</div> <div>H: altura en metros; dap = diámetro a altura del pecho en cm</div> <div>Fuentes: 1) Ruiz 2002; 2) Frangi y Lugo 1985</div>		



# Medición y estimación de biomasa sobre el suelo

## Biomasa de vegetación no arbórea

Muestro de la vegetación arbustiva de pequeño porte, herbáceas y gramíneas



cuadrado de 0,25 m<sup>2</sup> (50 cm x 50 cm)

Muestro da vegetación no arbórea de grande porte

Parcela de 4 m<sup>2</sup> (2m x 2m).

# MEDICIÓN Y ESTIMACIÓN DE BIOMASA BAJO EL SUELO



# Medición y estimación de biomasa bajo el suelo

## Biomasa de raíces de vegetación arbórea

En bosques tropicales relación varía de 0.1 a 0.49  
Valores conservadores se podría emplear un valor de 0.10 a 0.15.

El uso de ecuaciones alométricas hacen relación entre biomasa área y la cantidad de raíces de la planta en el suelo.

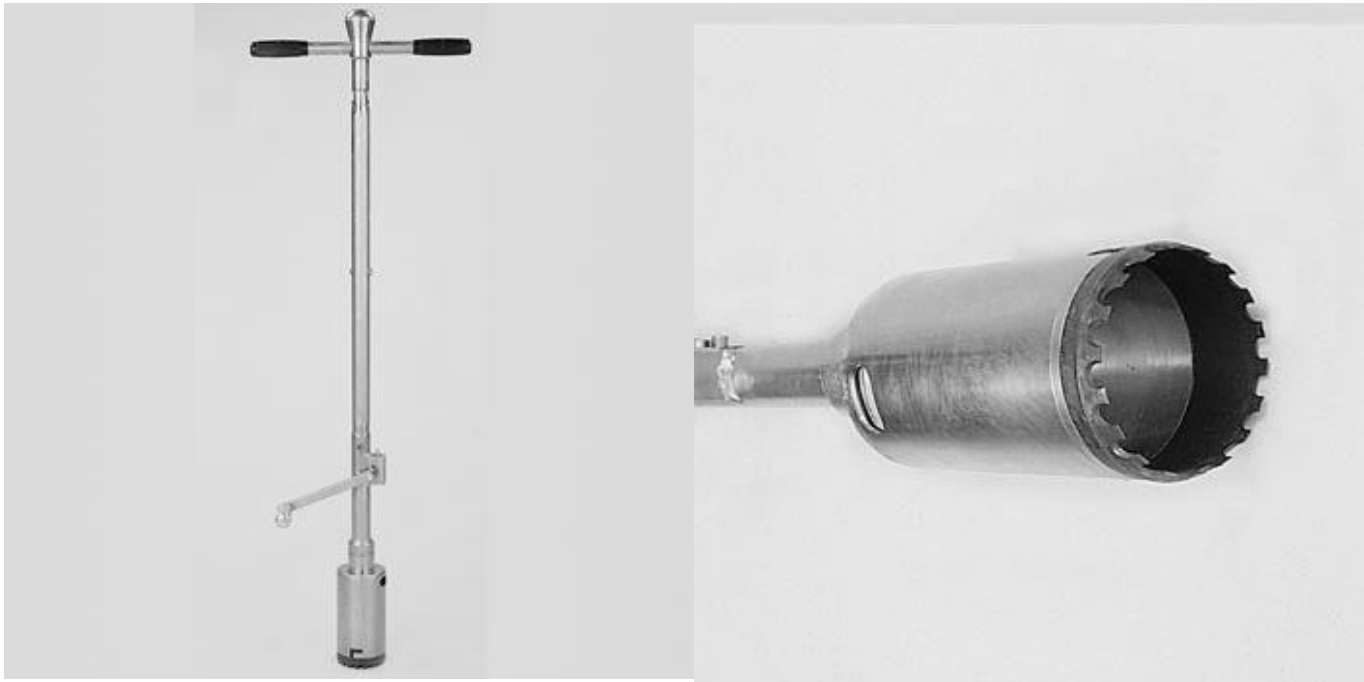
Tipo de especie	Variable a estimar	Modelo
De madera suave	Biomasa de raíces	$BR = 0.231 (BA)$
De madera dura	Biomasa de raíces	$BR = e^{0.359} BA^{0.639}$
Todas	Proporción de raíces finas	$Pf = e^{1.007} BR^{-0.841}$

BR: Biomasa de raíces (Mg ha<sup>-1</sup>); BA: Biomasa sobre el suelo (Mg ha<sup>-1</sup>); Pf: Proporción de raíces finas (máximo 0.9); y FRB es la biomasa de raíces finas (Mg ha<sup>-1</sup>). Fuente: Kurz *et al.* 1996.

## Biomassa de raízes de vegetação não arbórea

### Método directo

Como a concentração de raízes de vegetação não arbórea é maior na camada superior do solo



Amostragens até 40 cm, estratificadas a quatro profundidades do solo: 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm.



# MEDICIÓN Y ESTIMACIÓN DE BIOMASA EN MATERIA ORGÂNICA MORTA





## Hojarasca y detritos

### Muestreo de Hojarasca

Al azar, cuando las parcelas son homogéneas.



Estratificado, cuando hay heterogeneidad del área de estudio.

El tamaño de las parcelas dependerá del tipo de hojarasca, puede variar desde 0.5 x 0.5 m o mayores si son hojas muy grandes por ejemplo.



# Medición de carbono en el suelo





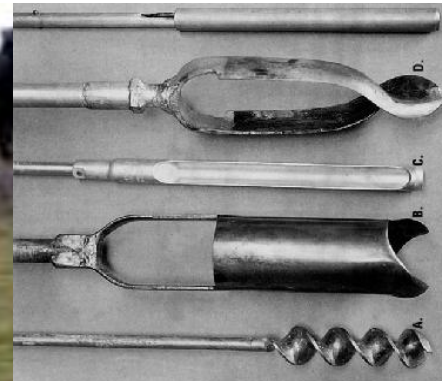
# Medición de carbono en el suelo

## Método para el muestreo de suelo

Calicatas: alto costos y



Barrenos



## Definición de la profundidad del muestreo

Depende del tipo de proyecto, condiciones del área, especies utilizadas, y profundidad prevista en que ocurrirán los cambios en estoque de carbono del suelo.

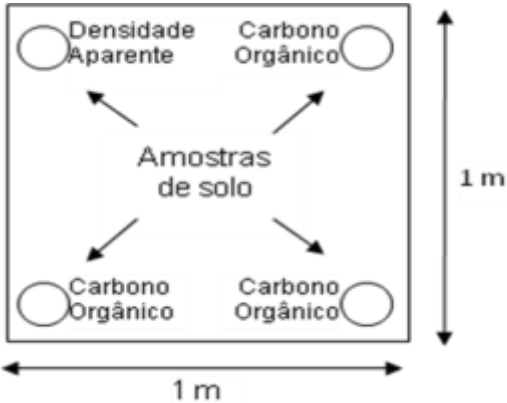
Profundidad: al menos 30 cm

División en horizontes  
(ej. 0-10, 10-20, 20-30 cm).

Aspectos de paisaje y pedón	Observaciones		
	Barreno	Microcalicata	Calicata
No de perfil	Hasta 1.20 m de Profundidad	50 x 50 x 50 cm +70 cm con barreno	1 x 1.5 x 1.5 m
Localización			
Clasificación taxonómica			
Elevación m.s.n.m			
Relieve			
Fisiografía			
Actividad agronómica			
Clima			
Material parental			
Drenaje			
Erosión			
Pedregocidad			
Horizontes			
Color			
Textura			
Profundidad horizontes			
Estructura			
Poros			
Raíces			
Análisis químicos			
Análisis físicos			

## Colecta de muestras para la medición de carbono orgánico

Colectar tres muestras de solo para cada profundidad de muestra, Utilizar cilindro metálico con volumen conocido (ex. barreno). Homogeneizar muestras en un mismo recipiente, Retirar-se una sub-muestra composta (200 g) - llevar al laboratorio.





# Medición de carbono en el suelo

## Coleta de muestras para la medición de densidad aparente (Calicatas)



Marcacion de profundidades



Penetración del cilindro



Preparação para extraiccon sin destruir el material



Forma correcta de extraer el cilindro.



Preparación del cilindro



Depositado en un saco.



Cilindro preparado para ser depositado en el saco



# Selección y construcción de modelos alométricos



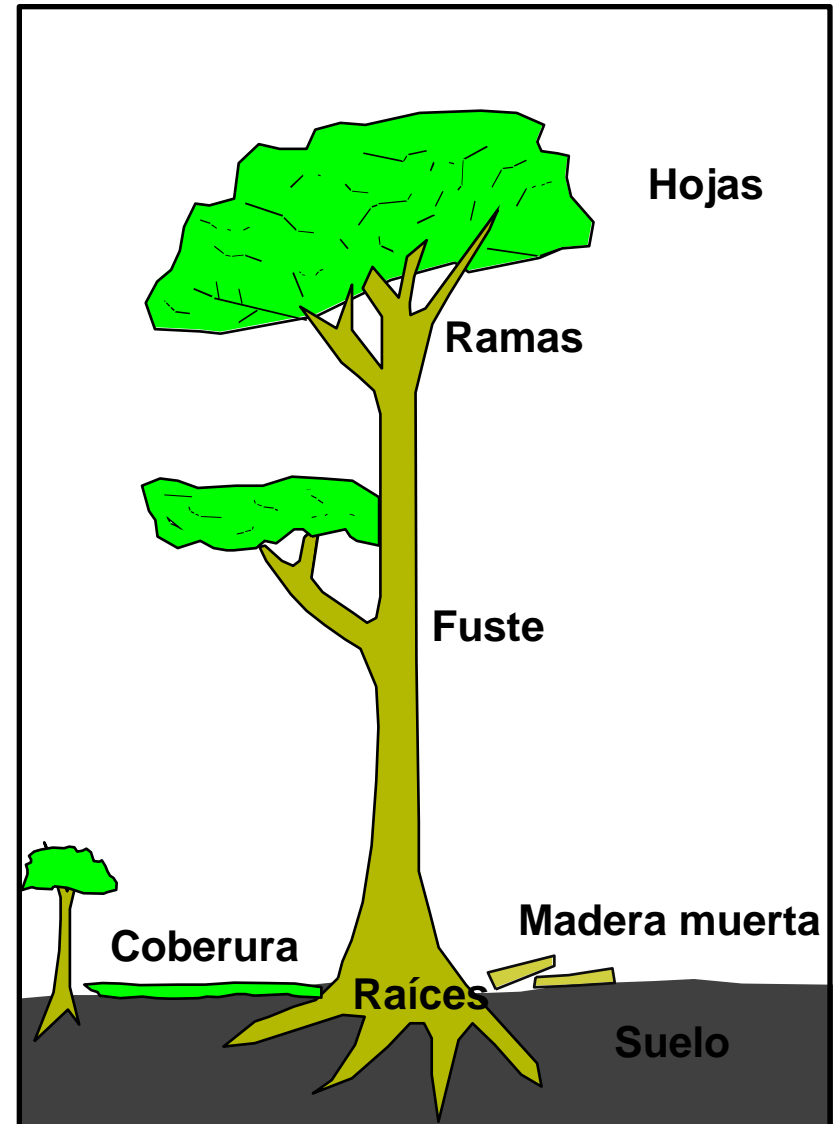
# Selección y construcción de modelos alométricos

## La alometría

La alometría estudia los padrones de crecimiento

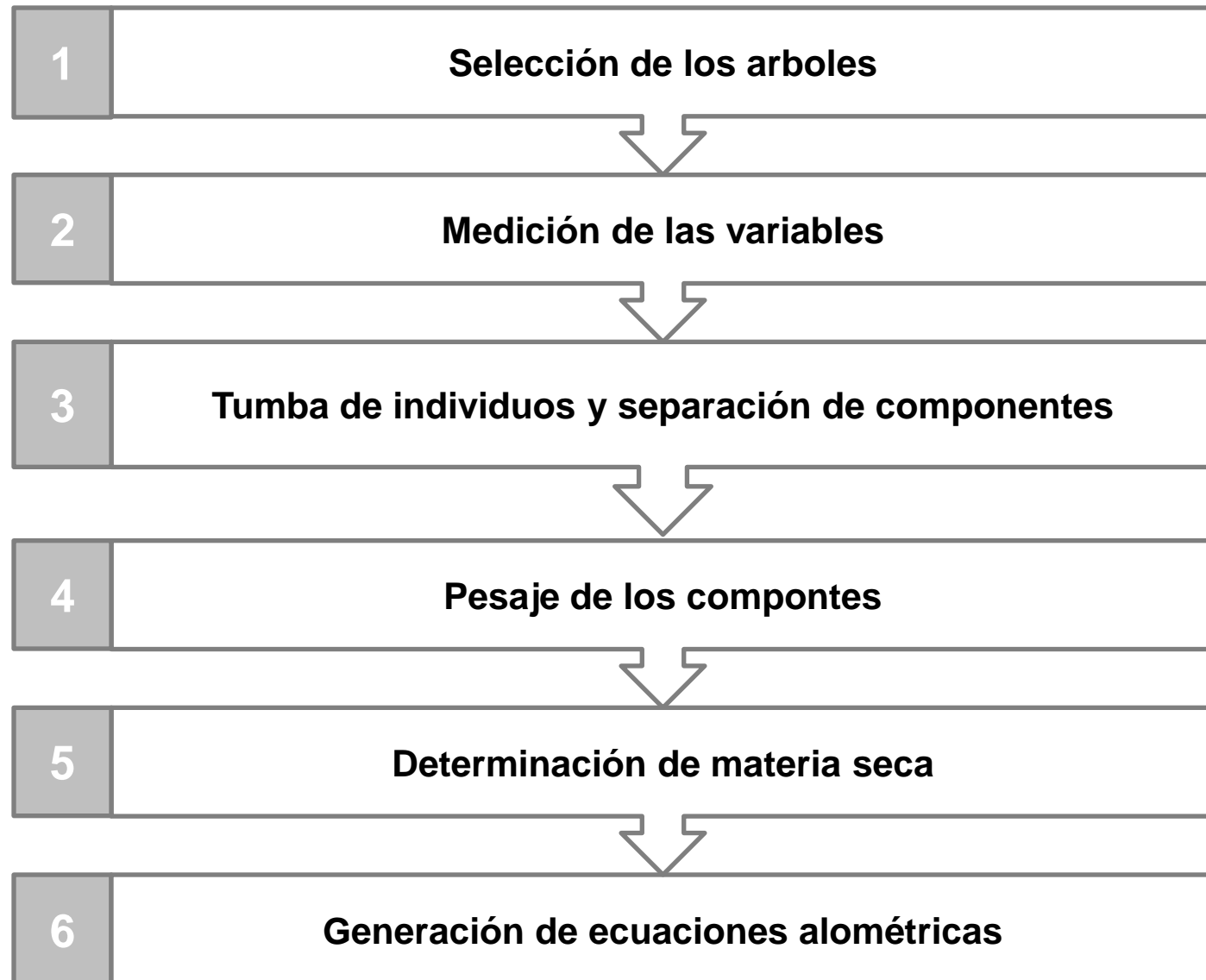
Las hipótesis de alometría sugieren que existe proporcionalidad entre las tasas de crecimiento relativas de dos variables de tamaño.

Estos cambios en tamaño satisfacen una ecuación alométrica.



# **Selección y construcción de modelos alométricos**

## **Procedimientos para la construcción de modelos alométricos**



# Selección y construcción de modelos alométricos

## Procedimientos para la construcción de modelos alométricos

### 1. Selección de árboles

Conocer cuales son las especies

Índice de Valor de Importancia (IVI):

Abundancia;

Frecuencia;

Dominancia:



### 2. Medición de variables (árbol en pie)

Dap

Altura (comercial, total)





# Selección y construcción de modelos alométricos

## Procedimientos para la construcción de modelos alométricos

### 3. Tala de los árboles, separación y medición de partes

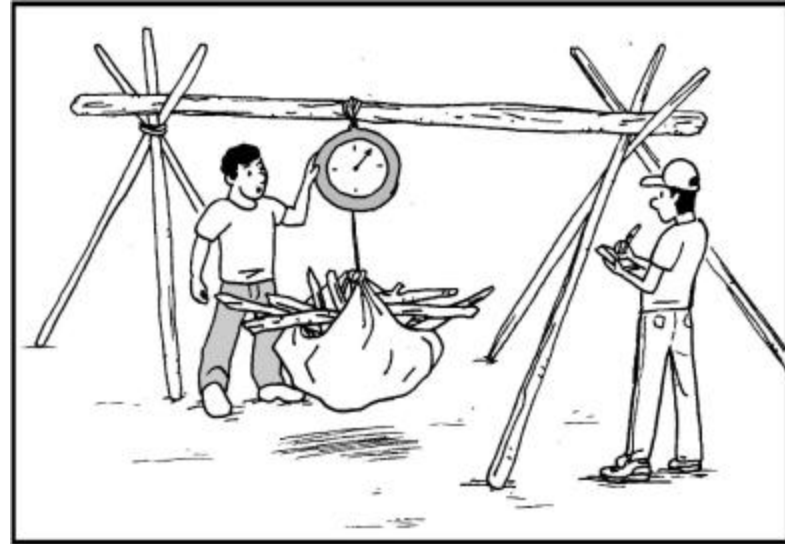




# Selección y construcción de modelos alométricos

## Procedimientos para la construcción de modelos alométricos

### 4. Pesado de las partes



### 5. Secado en laboratorio

Temperaturas dependiendo del tipo de componente

### 6. Determinación de biomasa seca

$$BS_{\text{componente}} = (PS_{\text{muestra}} / PH_{\text{muestra}}) * BH_{\text{componente}}$$

Donde:

BS = Biomasa seca del componente (Kg);

PS = Peso seco de la muestra (g);

PH = Peso húmedo la muestra (g);

BS = Biomasa húmeda del componente (Kg).

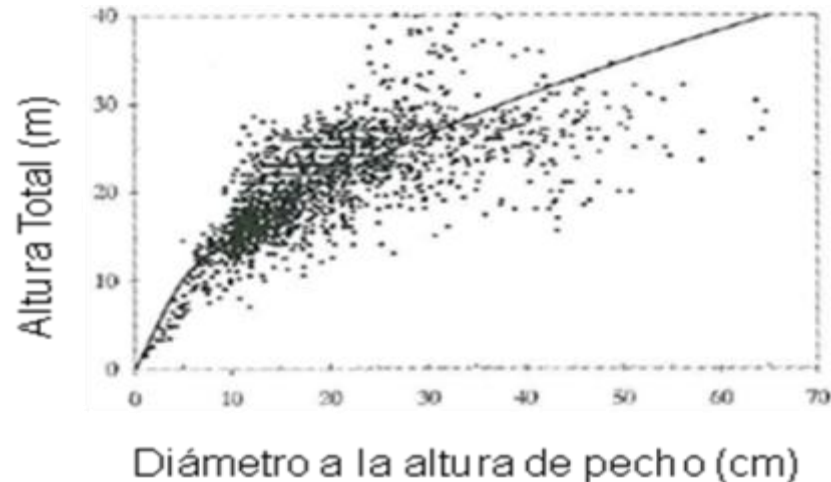


### 7. Generación de la ecuación de biomasa

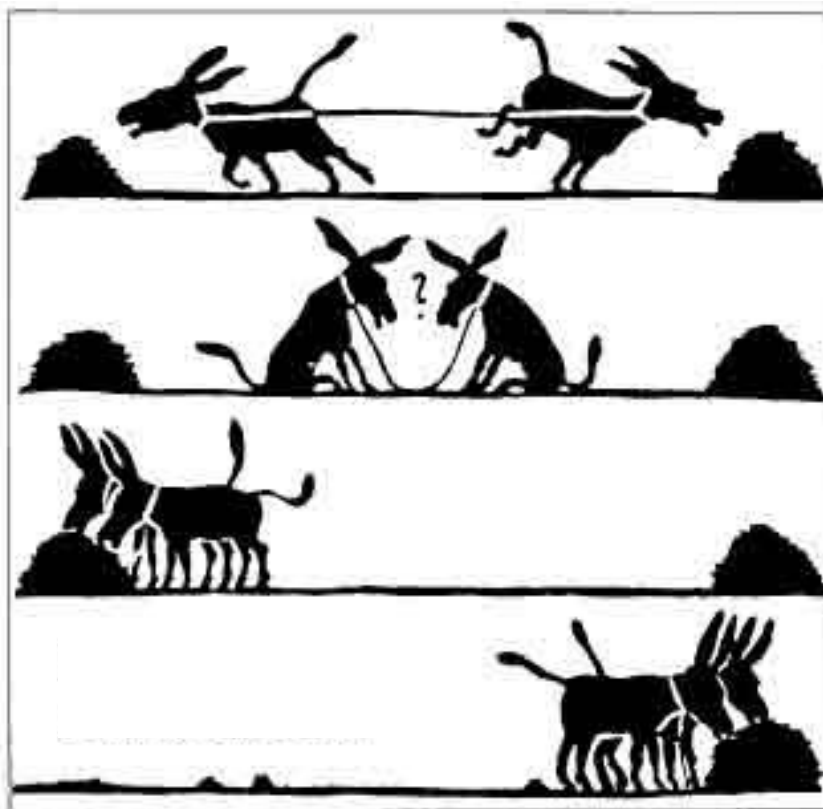
**Paso 1.** Selección de apoyo técnico y programa estadístico  
R, SAS, Minitab, Infostat etc.

**Paso 2.** Definición de variables independientes

Análisis de la correlación de Pearson ( $r$ ) entre las variables dimensionales



# Obrigado!



Marcos Rügnitz Tito (ICRAF)

[m.tito@cgiar.org](mailto:m.tito@cgiar.org)



This publication is made possible by the generous support of the American people through the United States Agency for International Development (USAID), under the terms of the TransLinks Cooperative Agreement No.EPP-A-00-06-00014-00 to The Wildlife Conservation Society. TransLinks is a partnership of WCS, The Earth Institute, Enterprise Works/VITA, Forest Trends and the Land Tenure Center. The contents are the responsibility of the authors and do not necessarily reflect the views of USAID or the United States government.