



## Mesures de hauteurs, d'ombrage et de couverture végétale dans les SAF cacao

Deheuvels, O.<sup>1, 2\*</sup>, Cerda, R.<sup>2</sup>, and Somarriba, E<sup>2</sup>.

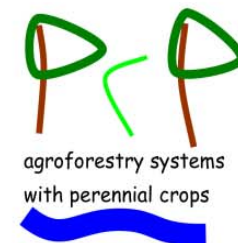
<sup>1</sup>: CIRAD, UMR System, F-34070 Montpellier, France

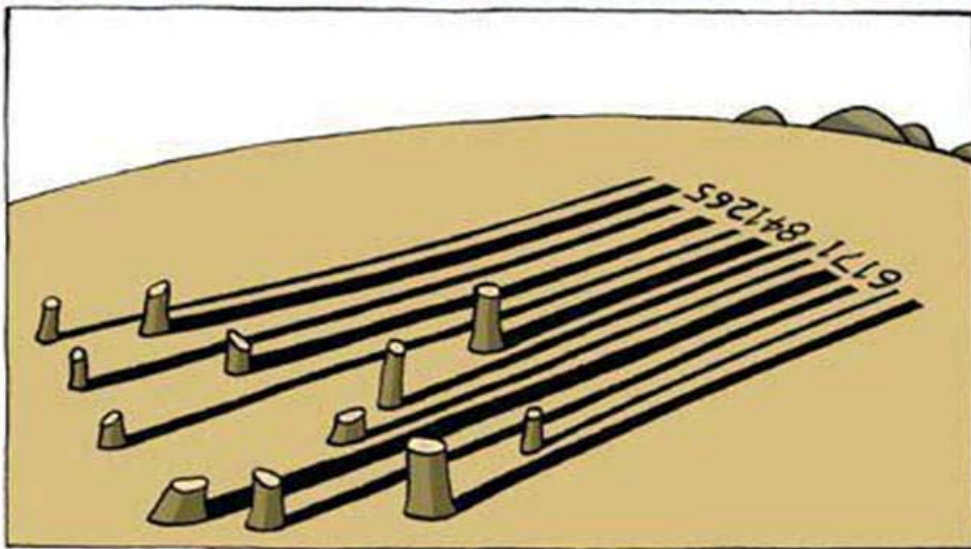
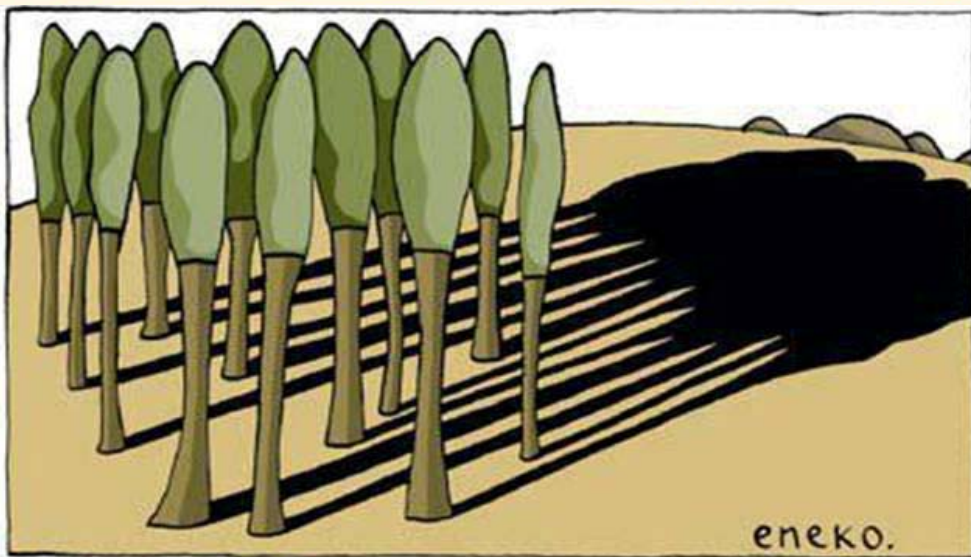
<sup>2</sup>: CATIE, DID, 7170, Cartago, Turrialba 30501, Costa Rica

\* Corresponding author: [deheuvel@catie.ac.cr](mailto:deheuvel@catie.ac.cr) / [olivier.deheuvels@cirad.fr](mailto:olivier.deheuvels@cirad.fr)



Mesoamerican  
Agroenvironmental  
Program





agroforestry systems  
with perennial crops



PCP Agroforesterie Cameroun  
Pôle de compétences en partenariat

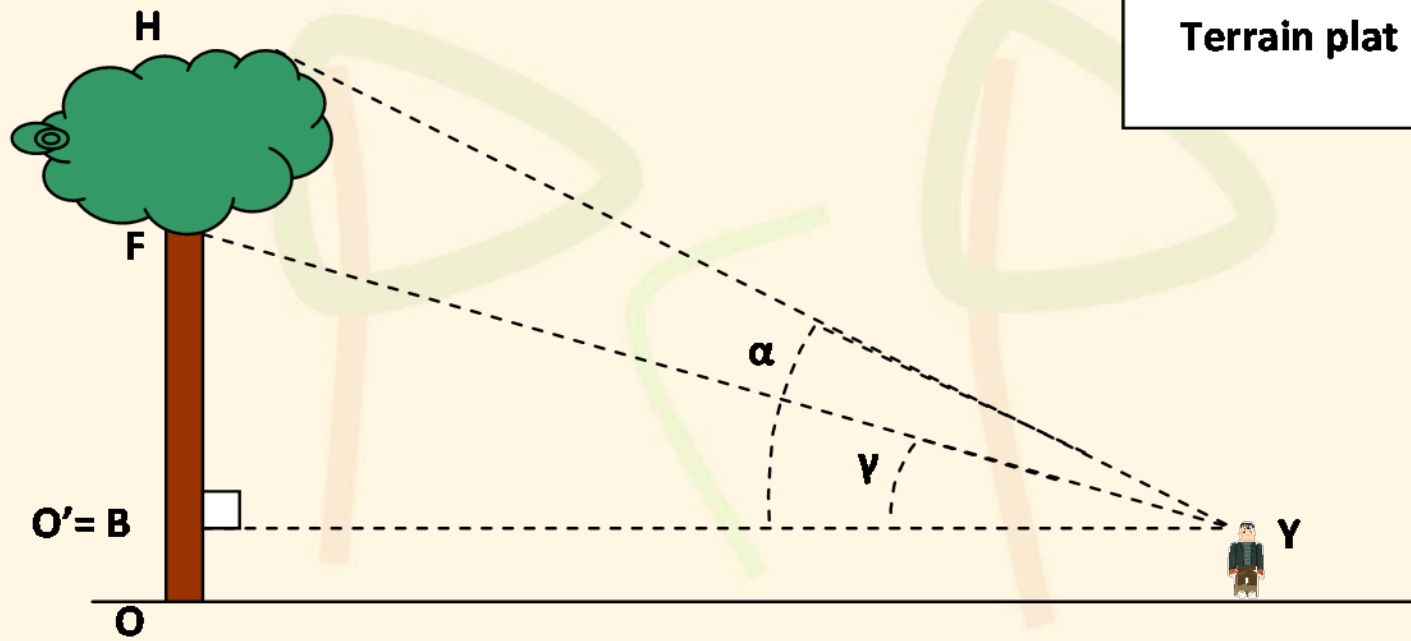


INAFORESTA



## Clinomètre (Degrés ou %)





Terrain plat



agroforestry systems  
with perennial crops



PCP Agroforesterie Cameroun  
Pôle de compétences en partenariat



INAFORESTA

OB = hauteur des yeux de l'observateur

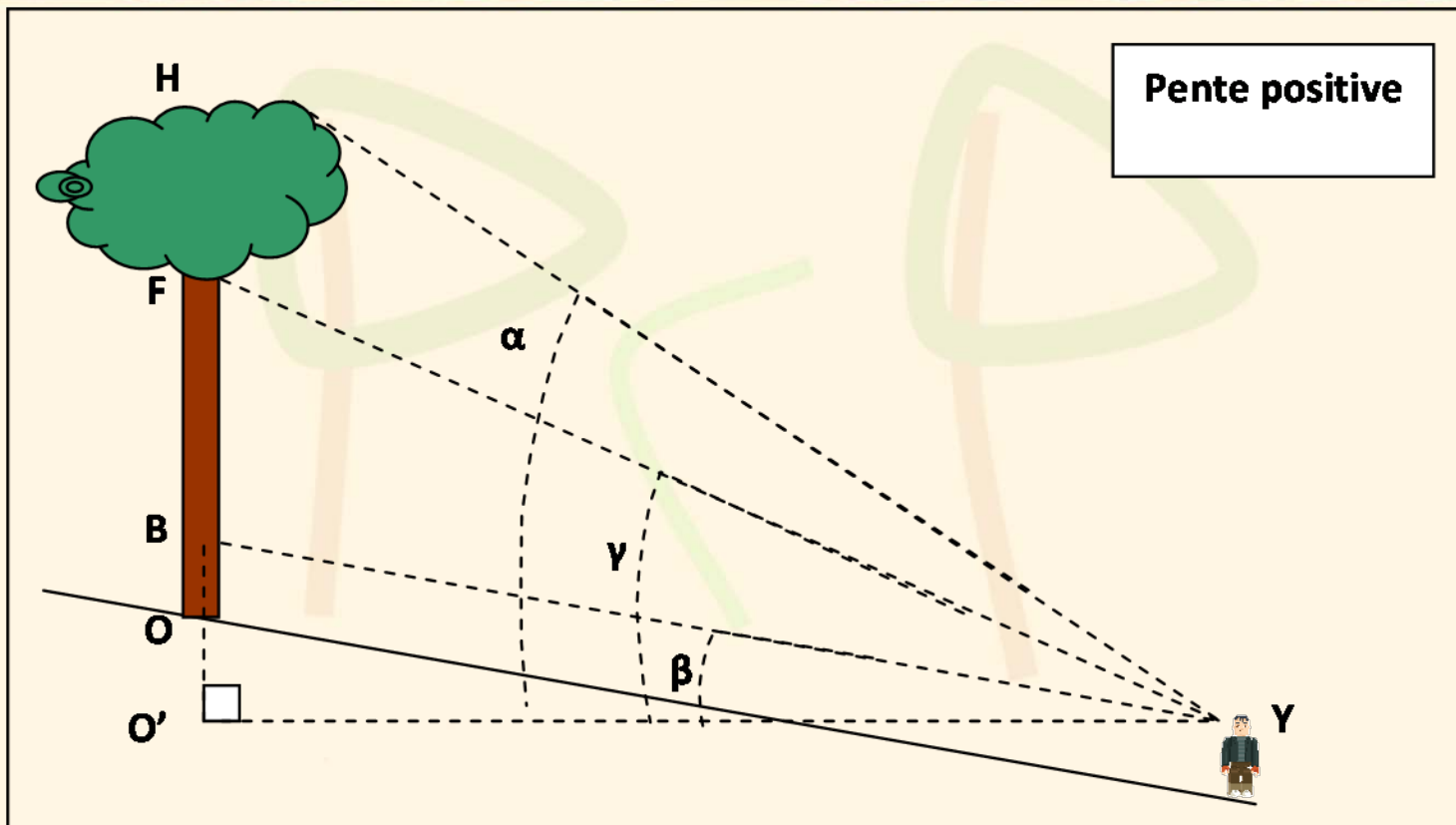
BY = distance Observateur – Tronc, mesurée au décamètre au sol et > 30 m

$$BF = BY \times \tan \gamma$$

$$BH = BY \times \tan \alpha$$

$$OH = OB + BH$$

$$FH = BH - BF = BY \times (\tan \alpha - \tan \gamma)$$



Pente positive



agroforestry systems  
with perennial crops



PCP Agroforesterie Cameroun  
Pôle de compétences en partenariat



INAFORESTA

OB = hauteur des yeux de l'observateur

BY = distance Observateur – Tronc, mesurée au décamètre au sol et > 30 m

$$O'B = BY \times \sin \beta ; \underline{O'O} = O'B - OB;$$

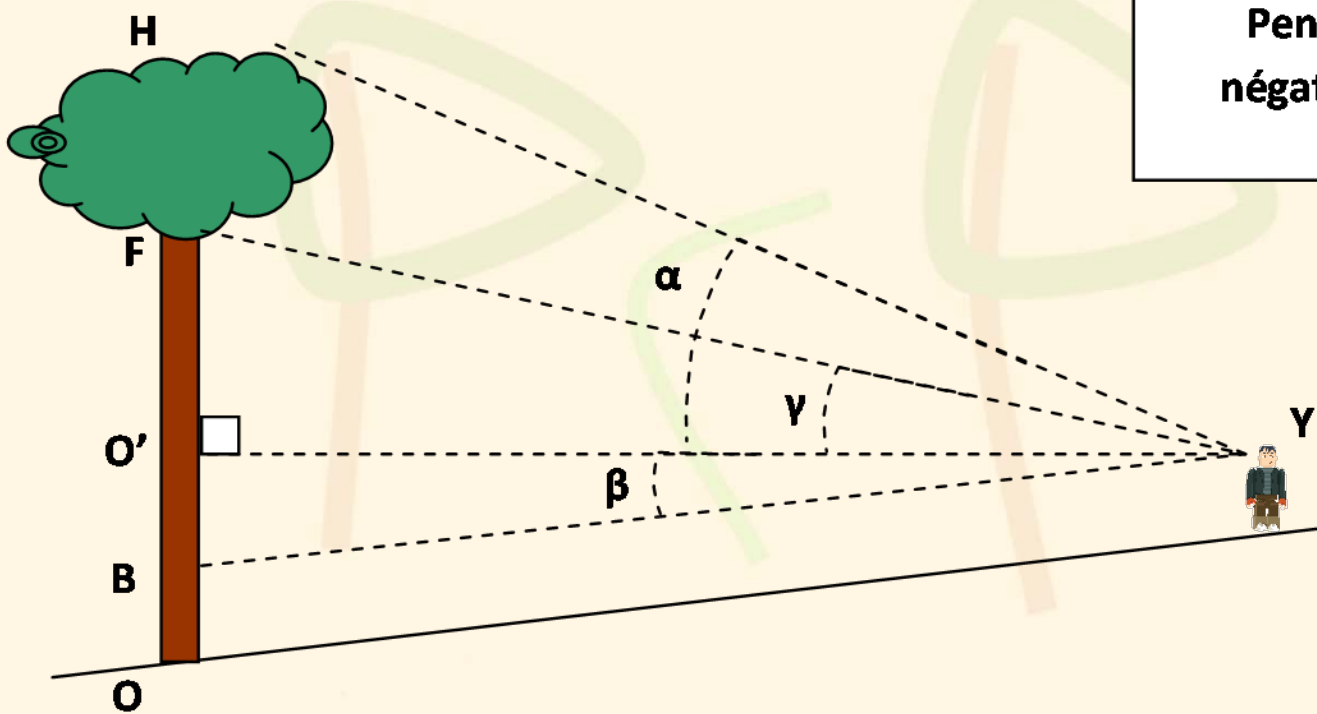
$$OF = O'F - O'O ; O'F = O'Y \times \tan \gamma;$$

$$O'H = O'Y \times \tan \alpha ;$$

$$O'Y = BY \times \cos \beta$$

$$OH = O'H - O'O$$

$$FH = OH - OF$$



**Pente négative**



agroforestry systems with perennial crops



PCP Agroforesterie Cameroun  
Pôle de compétences en partenariat



**INAFORESTA**

**OB = hauteur des yeux de l'observateur**

**BY = distance Observateur – Tronc, mesurée au décamètre au sol et > 30 m**

$O'B = BY \times \sin\beta$  ;  $O'O = O'B + OB$  ;  
 $OF = O'F - O'O$  ;  $O'F = O'Y \times \tan\gamma$  ;

$O'Y = BY \times \cos\beta$        $FH = OH - OF$   
 $OH = O'H - O'O$  ;  $O'H = O'Y \times \tan\alpha$



Champ de vision limité au sol, manque de recul.



agroforestry systems  
with perennial crops



PCP Agroforesterie Cameroun  
Pôle de compétences en partenariat

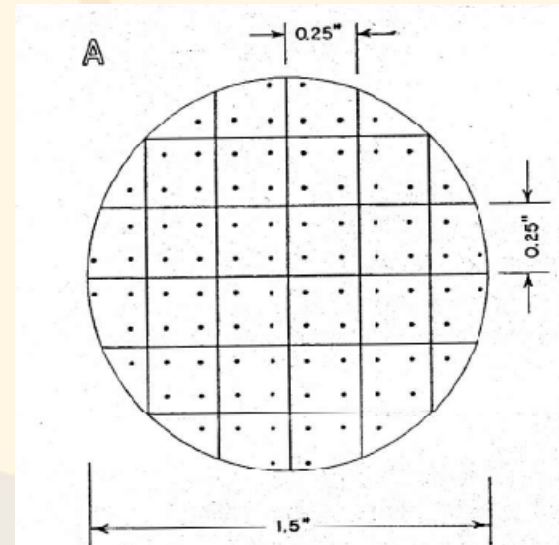
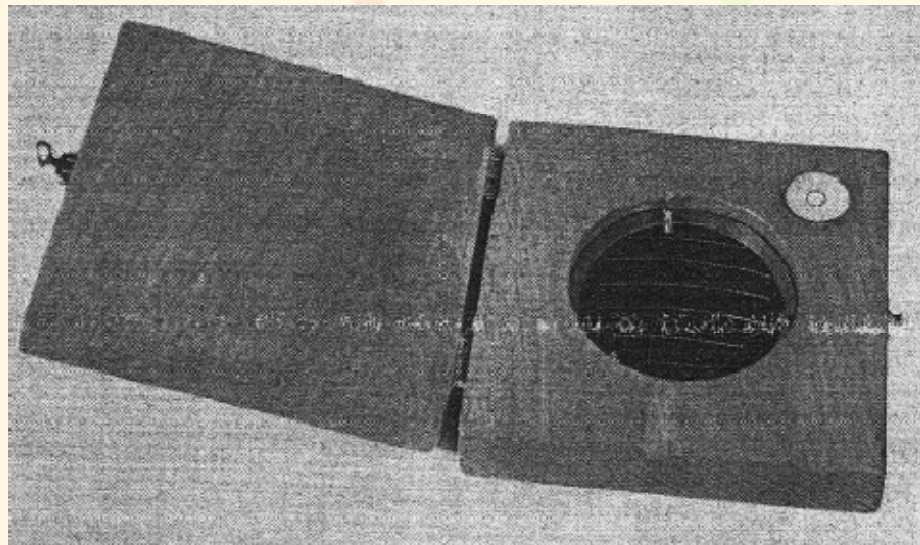
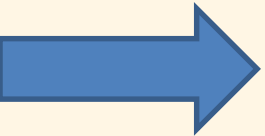


Paul E. Lemmon, 1956

“A Spherical Densimeter, for Estimating Forest Overstory Density”  
Forest Sci., 2: 314 – 320

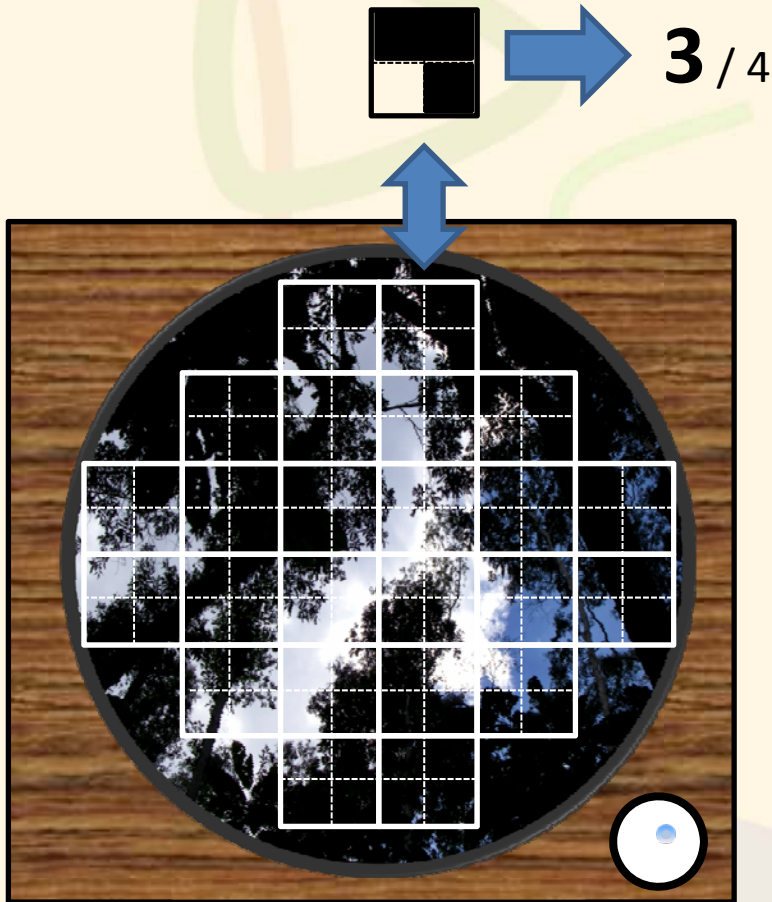
“ a grid to estimate the % of overhead area **covered** with forest canopy”

Projection peu déformée du feuillage et des branches de la canopée sur un miroir concave ou convexe, compartimenté en 24 secteurs





# Lecture d'une image de la canopée réfléchie sur le densiomètre





Densiomètre ponctuel  
(GRS)



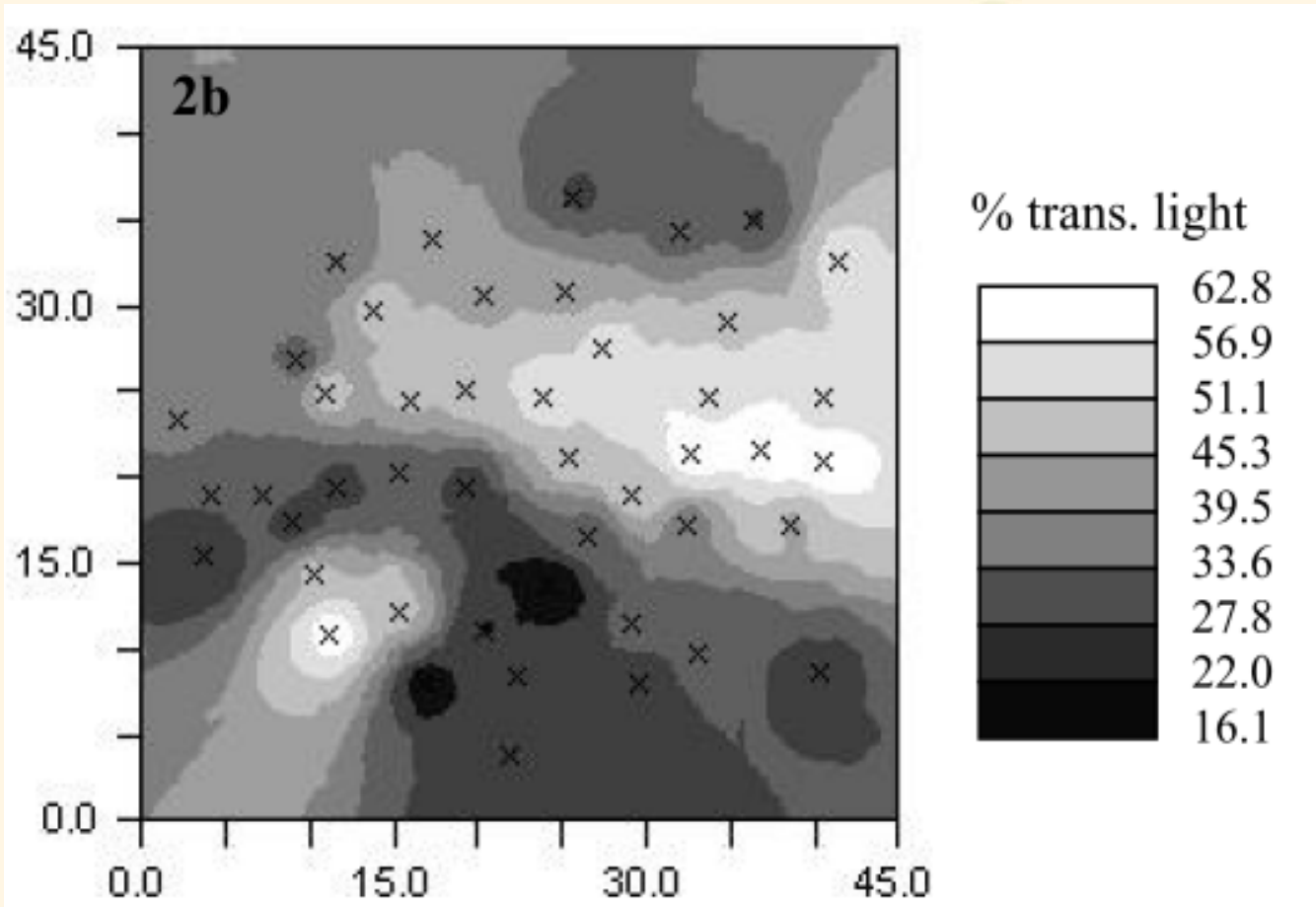
agroforestry systems  
with perennial crops



PCP Agroforesterie Cameroun  
Pôle de compétences en partenariat



INAFORESTA



agroforestry systems  
with perennial crops



Photographie  
semi-hémisphérique



Numérisation  
(raster) MAIS instantané !

## Estimation visuelle de la couverture de la végétale

(Somarriba, E. 2002. *¿Cómo hacerlo? Estimación visual de la sombra en cacaotales y cafetales. Agroforestería en las Américas 9(35-36):86-94* )

### Données nécessaires

Surface totale de la parcelle d'échantillonnage (**at**)

Nombre d'arbres (**n**) sur **at**

Diamètre moyen de chaque houppier (**d**)

Niveau d'occlusion moyen de chaque houppier (**o**)



agroforestry systems  
with perennial crops



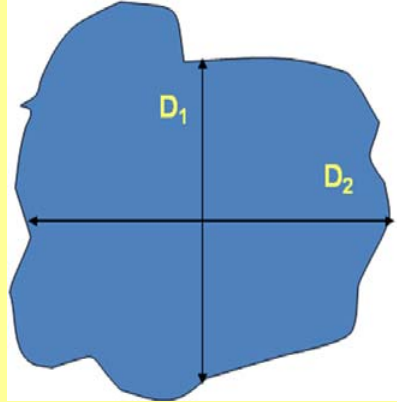
PCP Agroforesterie Cameroun  
Pôle de compétences en partenariat



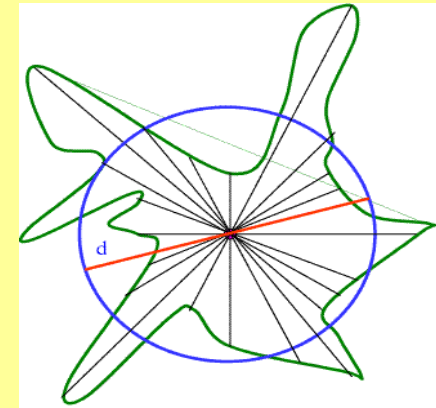
INAFORSTA

**Paso 1:** Delinee el perímetro de la copa del árbol sobre el suelo, mida ejes (diámetros) y calcule el diámetro promedio (**d**)

**Situación 1:** Si la copa es “regular” se toma uno o dos ejes de medición

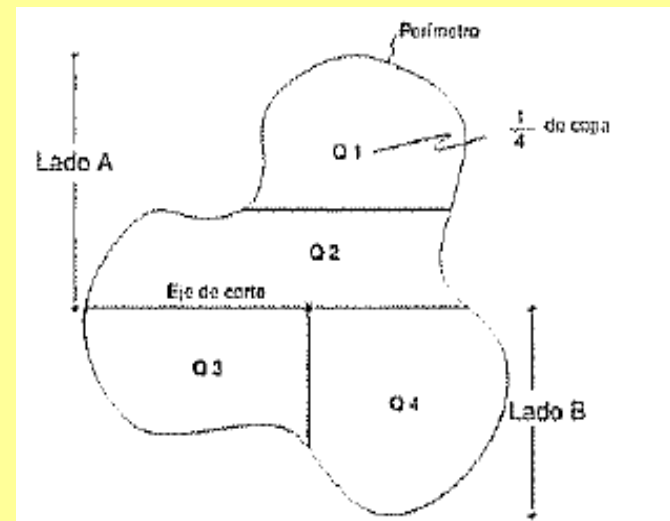


**Situación 2:** Si la copa es “irregular” se toman varios ejes de medición



**Paso 2:** Párese en la base del árbol, mire hacia arriba y seleccione un eje de corte que divida la copa en dos mitades iguales (lados A y B).

Las mitades se dividen en cuartos o en octavos según la dificultad de medición de la oclusión

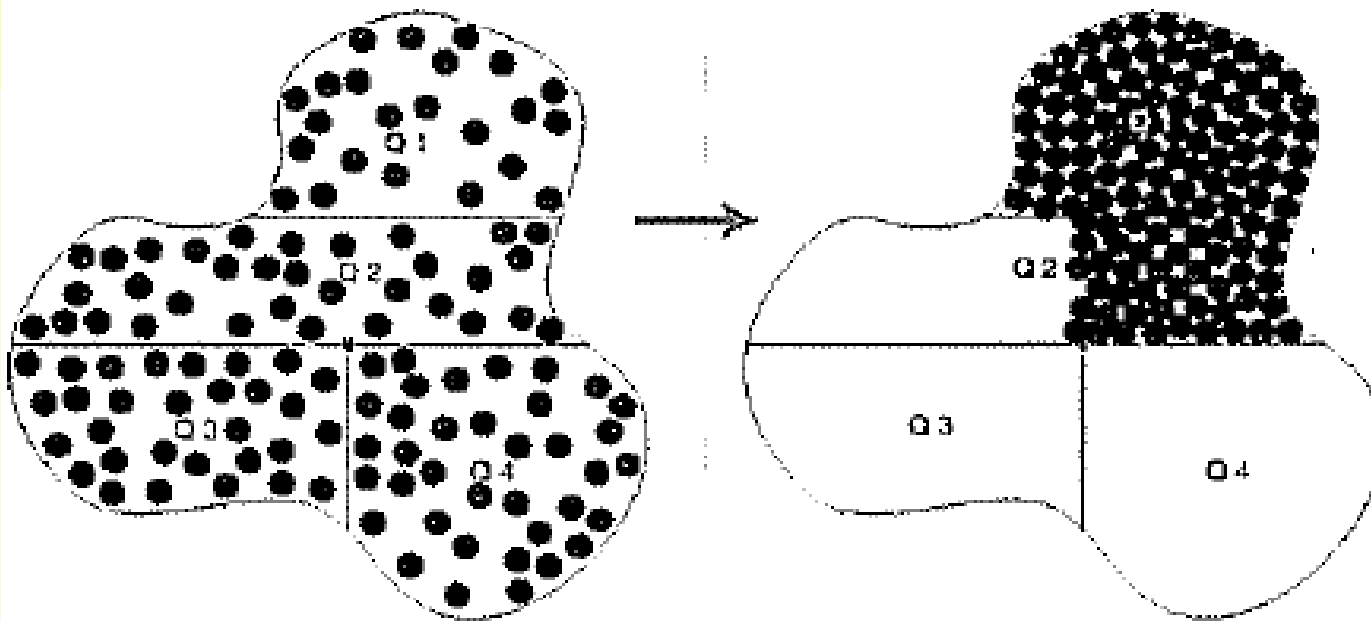


**Paso 3:** Observe bien las masas de follaje y los “huecos” abiertos en cada mitad de copa.

“Mueva mentalmente” los espacios tapados por follaje de una mitad a la otra y calcule el factor de a oclusión (**o**)

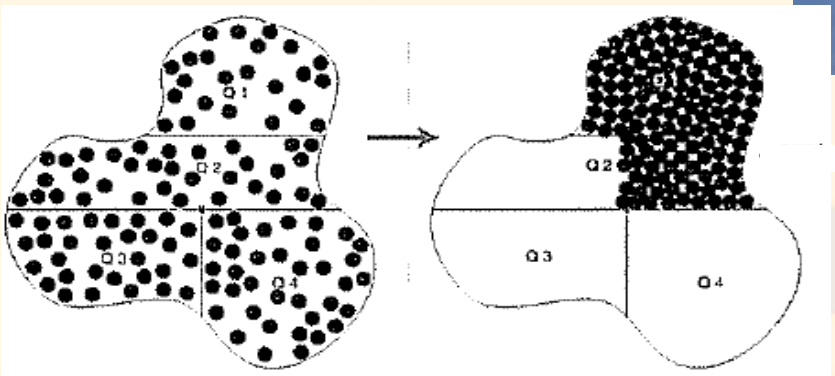
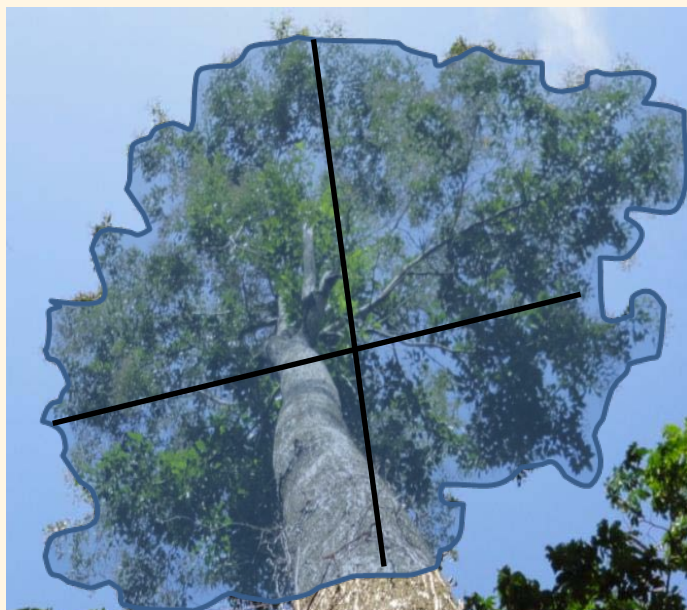
- 1) Si se tapa exactamente uno de los lados entonces la oclusión es de 0,5 (50%)
- 2) Si uno de los lados NO se tapa totalmente entonces sabrá que la oclusión es menor a 50% y deberá estimar cuánto menos es
- 3) Si uno de los lados SI se tapa totalmente entonces sabrá que la oclusión es mayor a 50% y deberá estimar cuánto menos es

En los casos 2 y 3 ya es mejor trabajar con octavos



PCP Agroforesterie Cameroun  
Pôle de compétences en partenariat





**Paso 4:** con el diámetro promedio calcule el área de proyección vertical de la copa (**a**), suponiendo que tiene una forma circular:

$$a = (\pi/4) * d^2$$

**Paso 5:** ajuste el área que tapa el árbol (**ao**) usando el factor de oclusión (**o**):

$$ao = a * o$$

**Paso 6:** calcule el área tapada en toda la plantación (**b**) expandiendo el área tapada por árbol a toda la población arbórea:

$$b = ao * n \quad \text{ó} \quad b = a * o * n$$

**Paso 7:** finalmente, para calcular el porcentaje de cobertura (sombra) divida el área tapada (**b**) entre el área total (**at**)

$$\% \text{COBERTURA} = (b/at) * 100$$



agroforestry systems  
with perennial crops



PCP Agroforesterie Cameroun  
Pôle de compétences en partenariat



INAFORESTA



## ¿Cómo hacerlo?

# ¿Cómo evaluar y mejorar el dosel de sombra en cacaotales?

Eduardo Somarriba<sup>1</sup>



agroforestry systems  
with perennial crops



PCP Agroforesterie Cameroun  
Pôle de compétences en partenariat



INAFORESTA

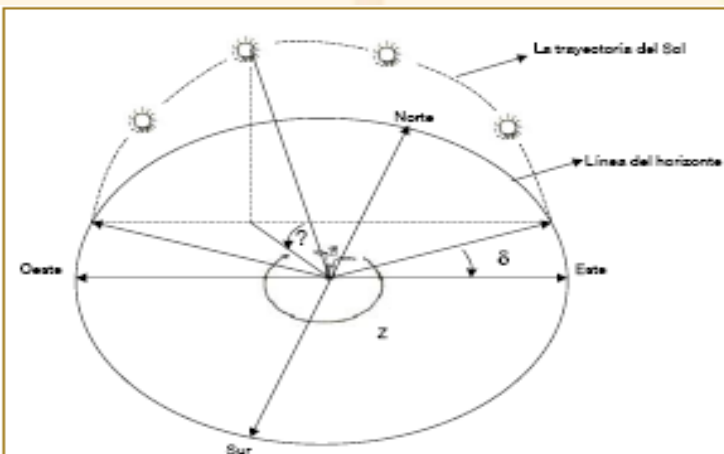


Figura 2. Ángulos que describen la posición del sol vista desde un observador.  
Z = azimut (0-360°);  $\delta$  = declinación (-23°30' - +23°30');  $\alpha$  = altura solar (0-90°).

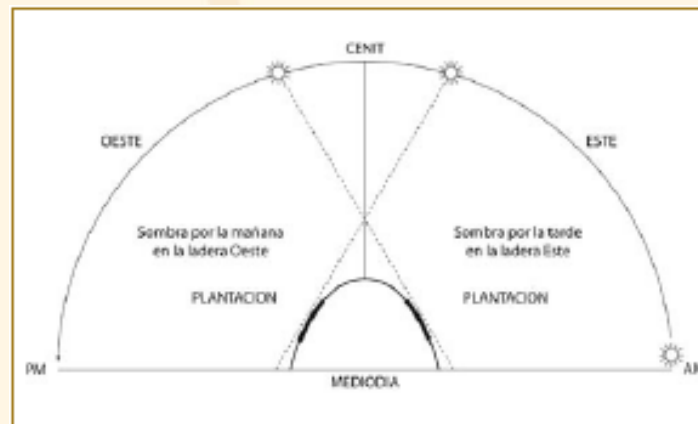


Figura 3. Efecto de las cordilleras con rumbo Norte-Sur sobre la iluminación diaria de cacaotales plantados en las laderas

# ShadeMotion : ombrage porté au sol, simulations sur une année ou plus selon la position géographique



agroforestry systems  
with perennial crops

**Propiedades Simulación**

Fecha Inicial: 01/01/2012  
 Fecha Final: 31/12/2012

**Rango diario**  
 Hora Inicial: 08:00  
 Hora Final: 17:00

Latitud: 0  
 Unidad tiempo (hrs): 1  
 Altura Marcas: 0

Angulo Inclinación: 0  
 Orientación Pendiente: 0  
 Angulo Eje Y: 0

---

**Terreno**

Arboles: 36    % Sombra: 0%  
 Azimut: n/a    Coordenadas Marca:  
 Cobertura Sombra: 2336    X: 3  
 Cobertura Copas: 891    Y: 36  
    Sombra: 0



PCP Agroforesterie Cameroun  
Pôle de compétences en partenariat



INAFORESTA

## Couverture au sol

-% de couverture vs. % de sol nu

-% de couverture par groupe taxonomique

- problème de recouvrement des surfaces;
- classes de hauteur (herbacées et ligneux en particulier)



agroforestry systems  
with perennial crops



PCP Agroforesterie Cameroun  
Pôle de compétences en partenariat



INAFORESTA