

ForeStereo: Análisis de la estructura forestal en las parcelas del IFN a partir de imágenes estereoscópicas hemisféricas



Fernando Montes



Desarrollo del prototipo



Prototipo actual:

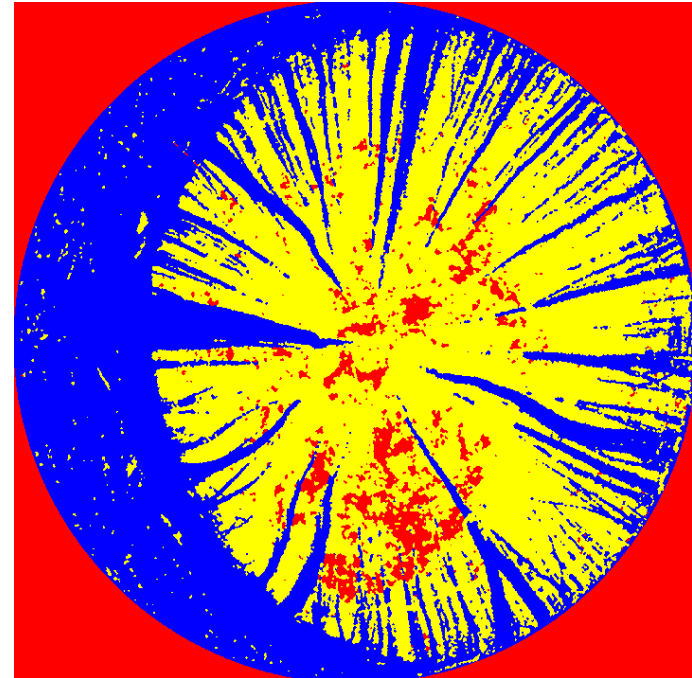
2 cámaras de 5 Mp sincronizadas

Distancia entre cámaras: 0.5 m

Software de adquisición específico para inventario forestal

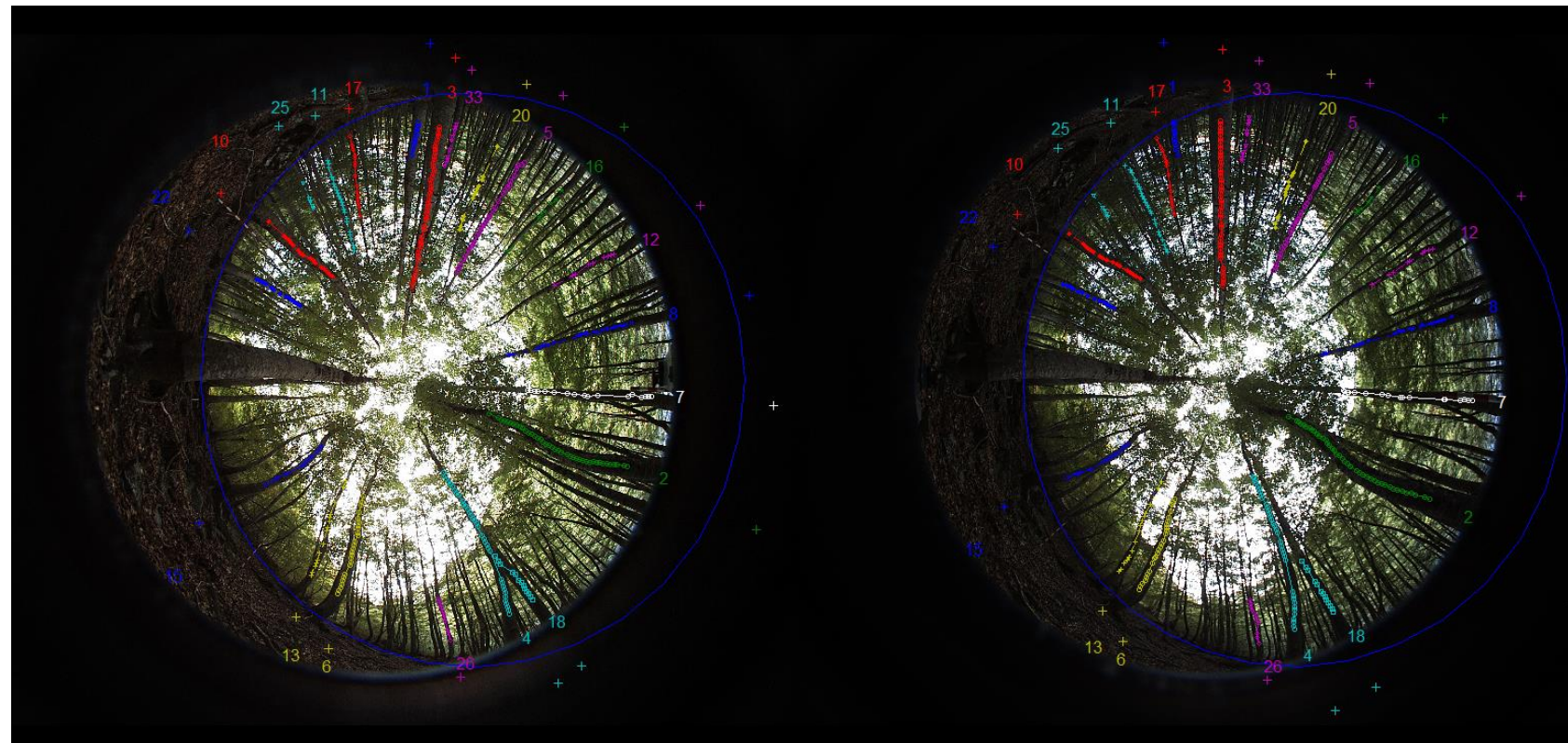
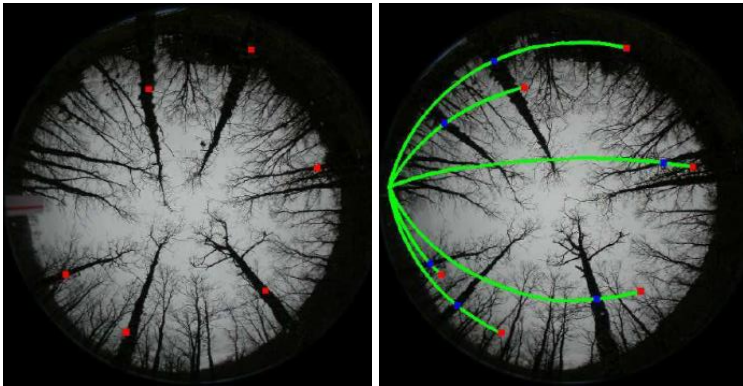
Segmentación de la imagen

- Clasificación de los píxeles
- Criterios: intensidad, varianza, saturación del color verde
- Restricciones geométricas

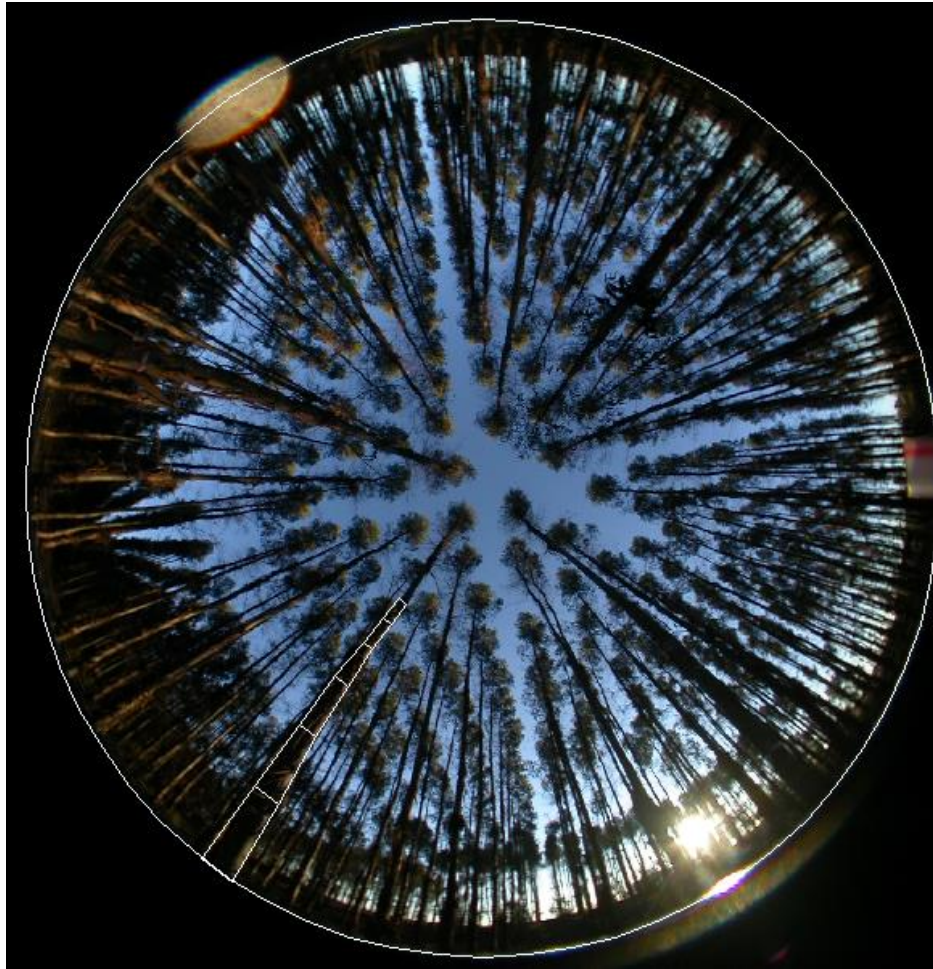


Correspondencia

- Identificación de homólogos en las dos imágenes
- Restricciones: **Epipolar, geométricas, semejanza, unicidad**



Estimación de volumen



Imágenes estereoscópicas

Análisis automático de
imagen
+
Segmentación guiada por
el usuario



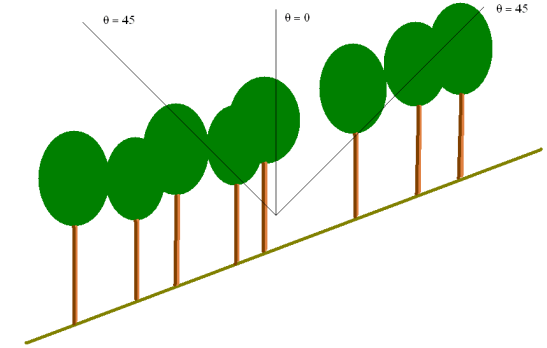
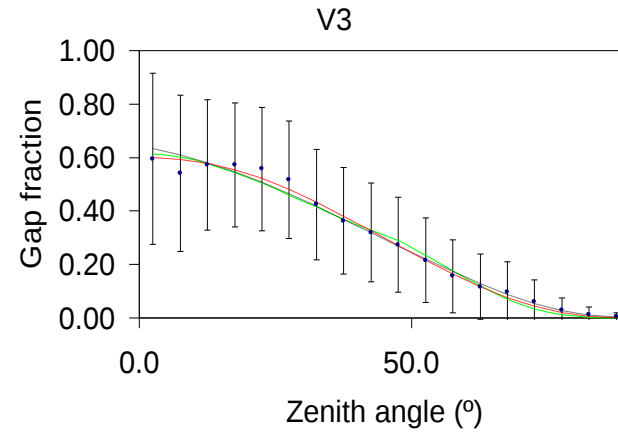
Distancia, rumbo, diámetro, altura de las
secciones medidas

Ecuaciones de perfil

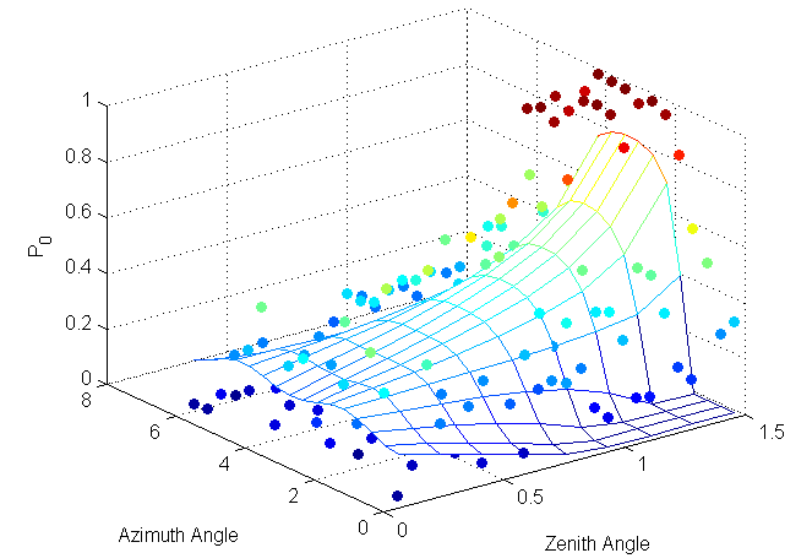


Variables de árbol: Posición, DBH, volumen

Estimación de LAI



$$P_0 = e^{-L_{ef} \left(\Omega_0 \cos^2(\theta + \sigma_\alpha) + \sin^2(\theta + \sigma_\alpha) \right) G(\theta) / \cos(\theta + \sigma_\alpha)}$$



Clasificación de especies

- *Trained Clustering*

- Basada en:

Textura

Color

Forma

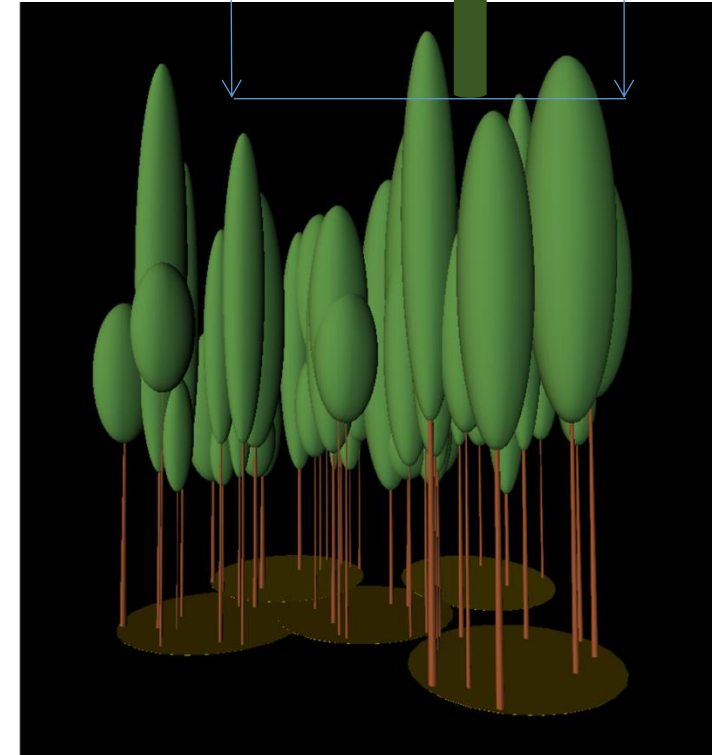
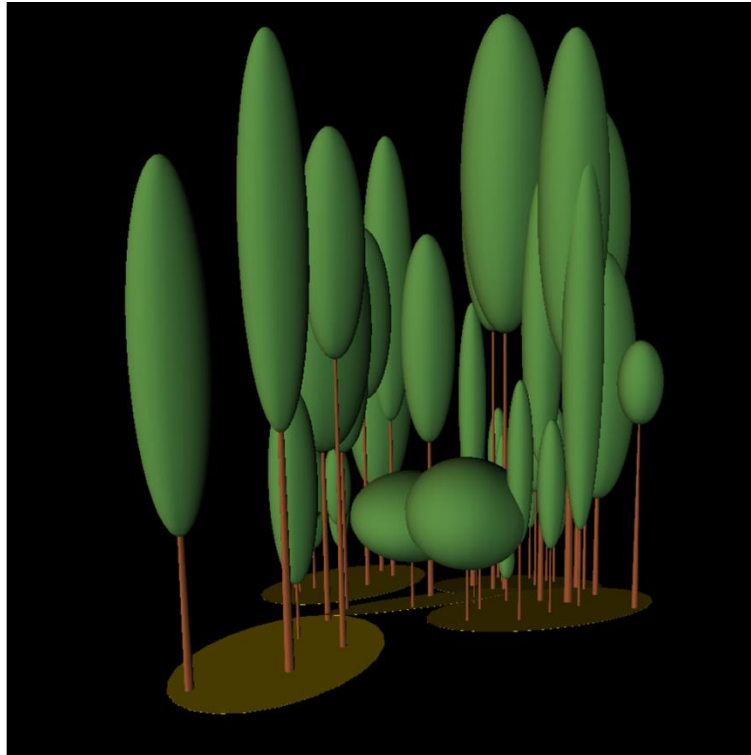
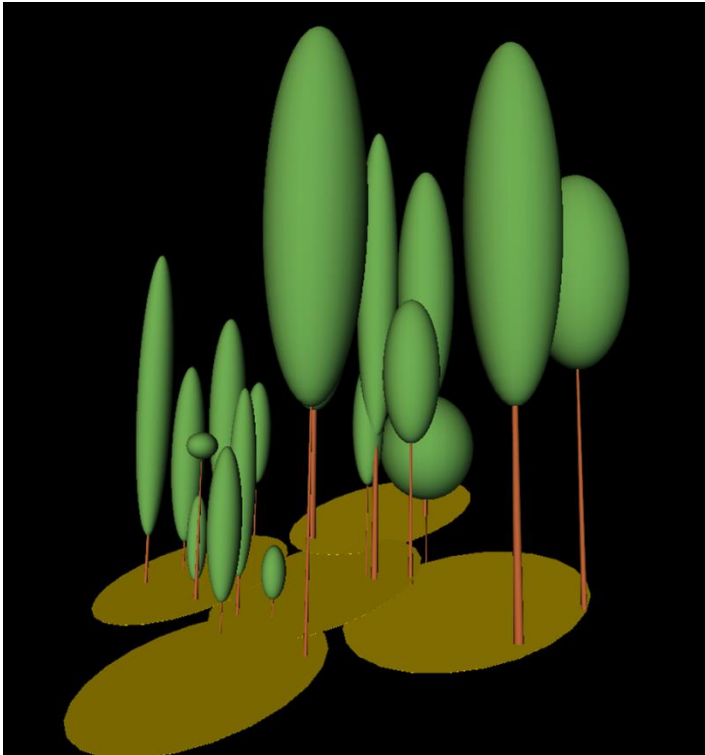
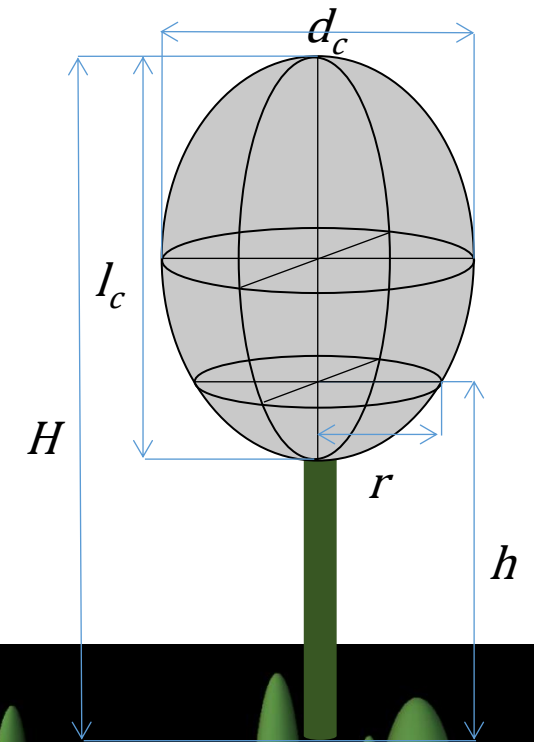
del fuste



Estructura forestal

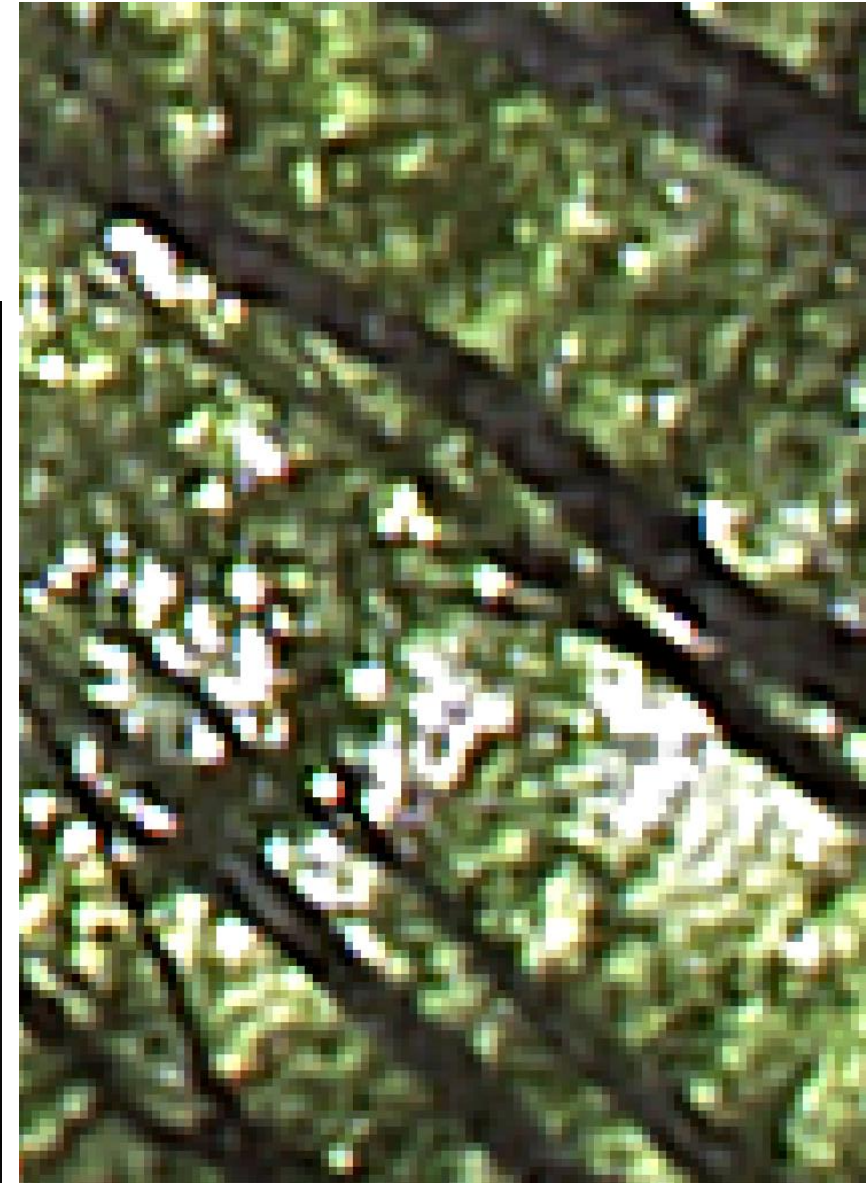
- Distribución espacial
- Clasificación diamétrica
- Volumen de copa por estratos verticales (GEPRIF)

$$V_i = \int_{h_{i1}}^{h_{i2}} \pi \cdot r^2 dh$$



Estimación de N/ha y área basimétrica

- Sesgo instrumental
- Oclusiones



Distance sampling

- Función de detección

$$P_i = \frac{2}{R^2} \int_0^R r * g(r, \hat{\theta})$$

Half-normal

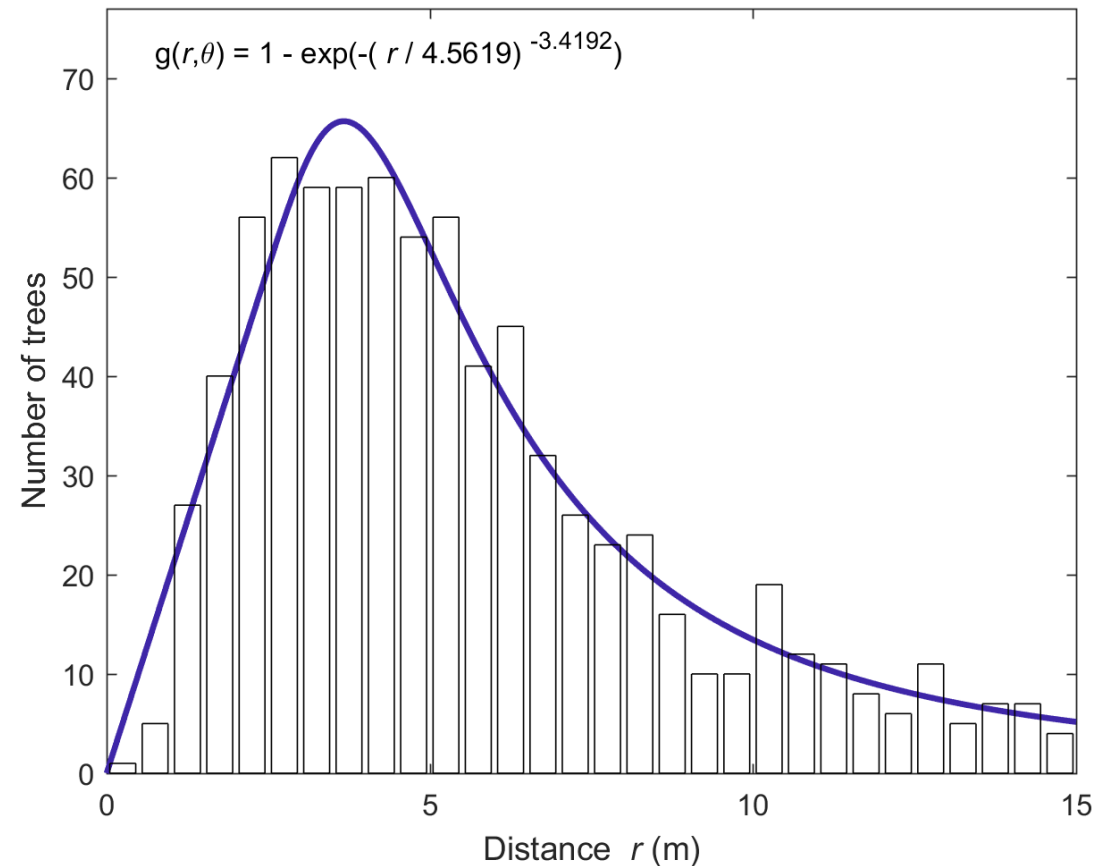
$$g(r, \theta) = \exp(-r^2 / (2\sigma^2))$$

Hazard-rate

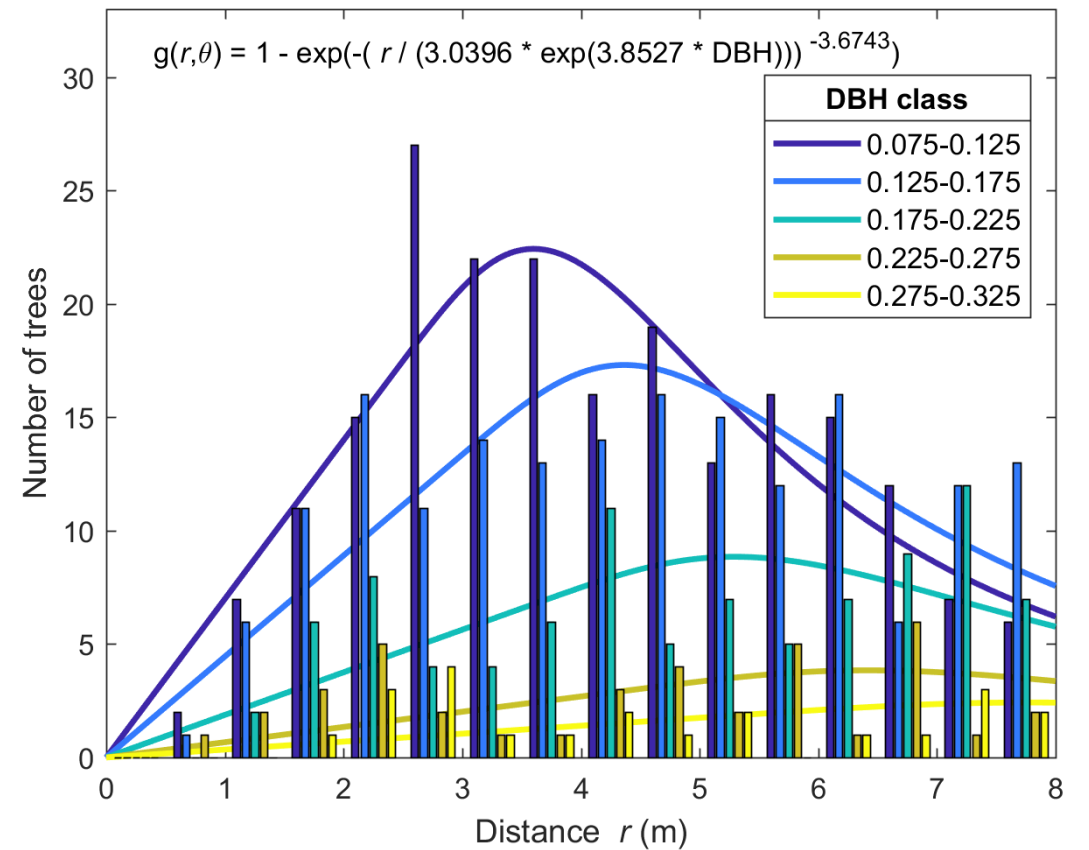
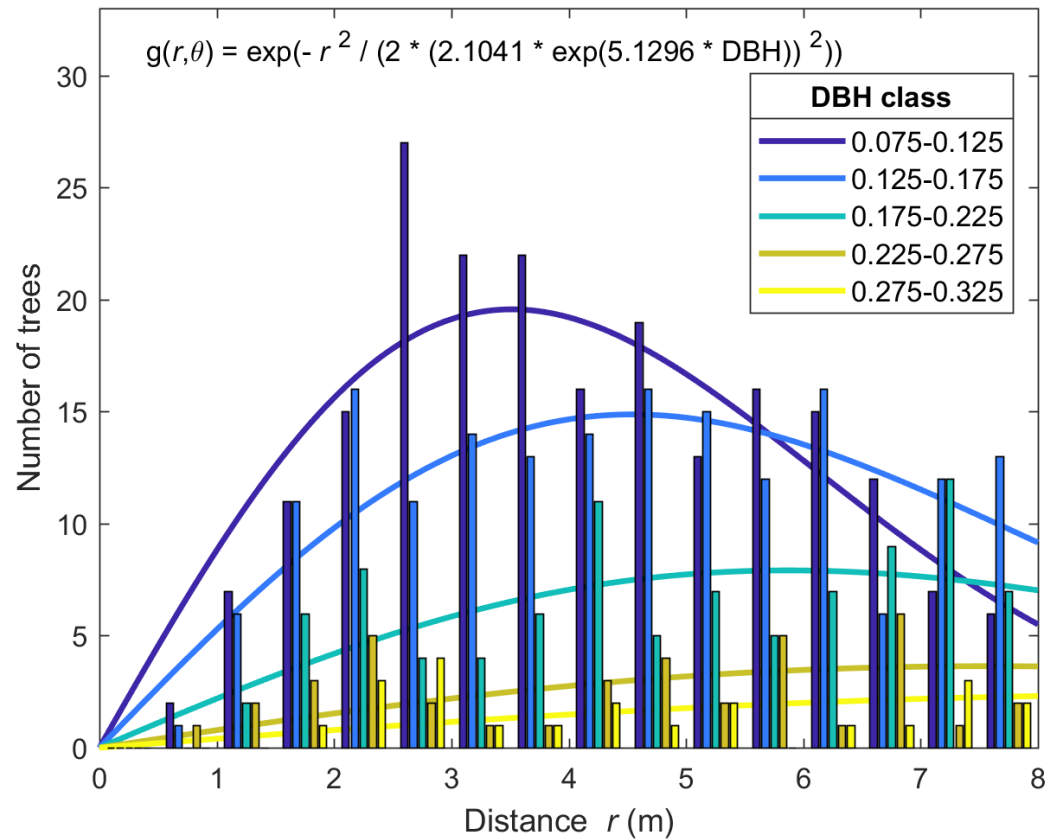
$$g(r, \theta) = 1 - \exp(-(r/\sigma)^{-b})$$

- Se puede incluir el diámetro como covariable

$$\sigma = \alpha_0 \cdot \exp(\alpha_1 \cdot \text{DBH})$$



Distance sampling

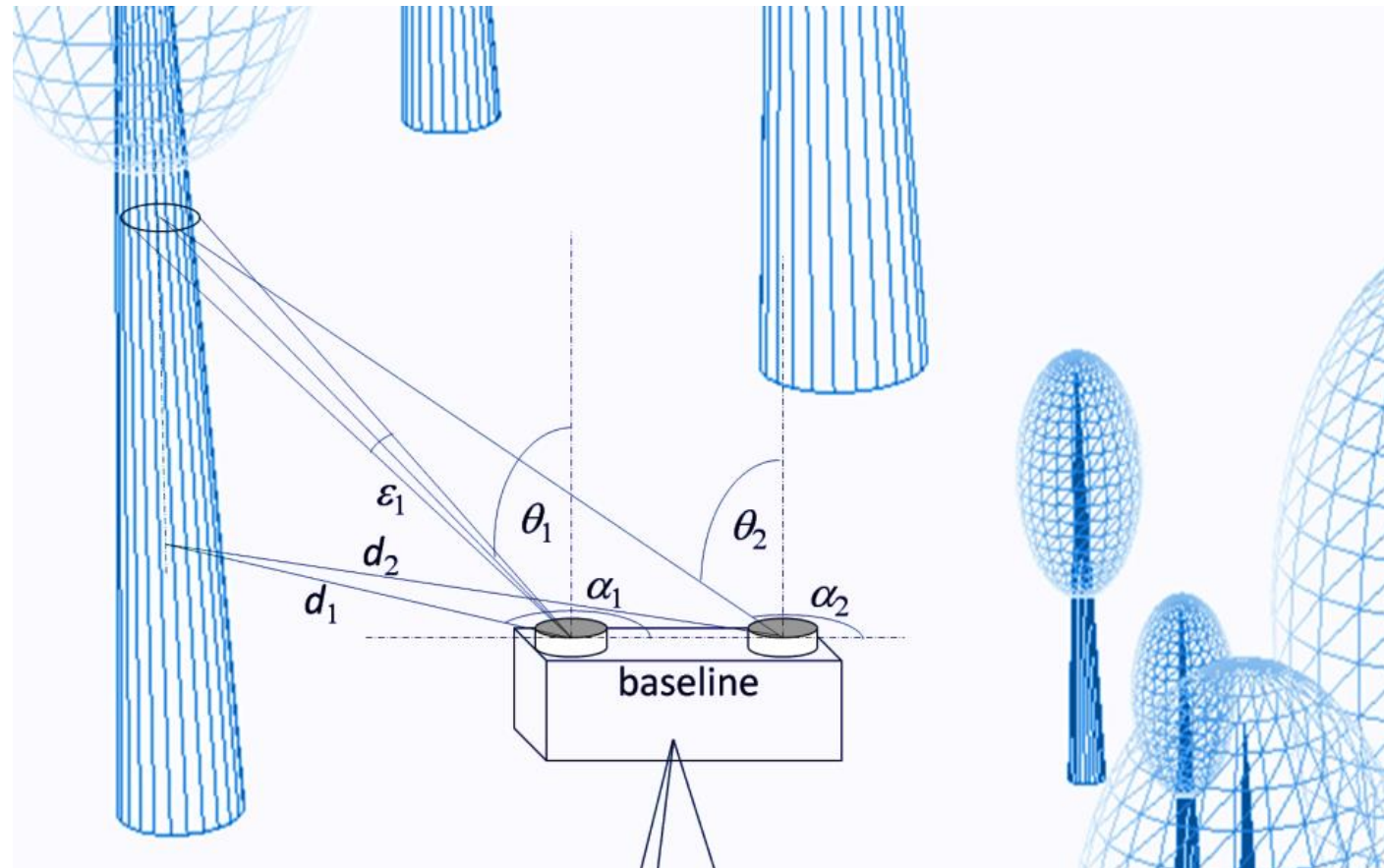


Corrección fotogramétrica hemisférica

Corrección reláscopica

- El radio máximo de detección depende del diámetro de las secciones detectadas
- El radio máximo cambia con el ángulo de inclinación d
- δ depende del azimuth α
- Banda de selección: 7 píxeles

$$r_{\max} \propto \frac{Diam * \cos(\delta)}{\sin(b_{selección})}$$



Corrección fotogramétrica hemisférica

Oclusiones

- Ángulo de oclusión del árbol i sobre el árbol 0 en la imagen izquierda:

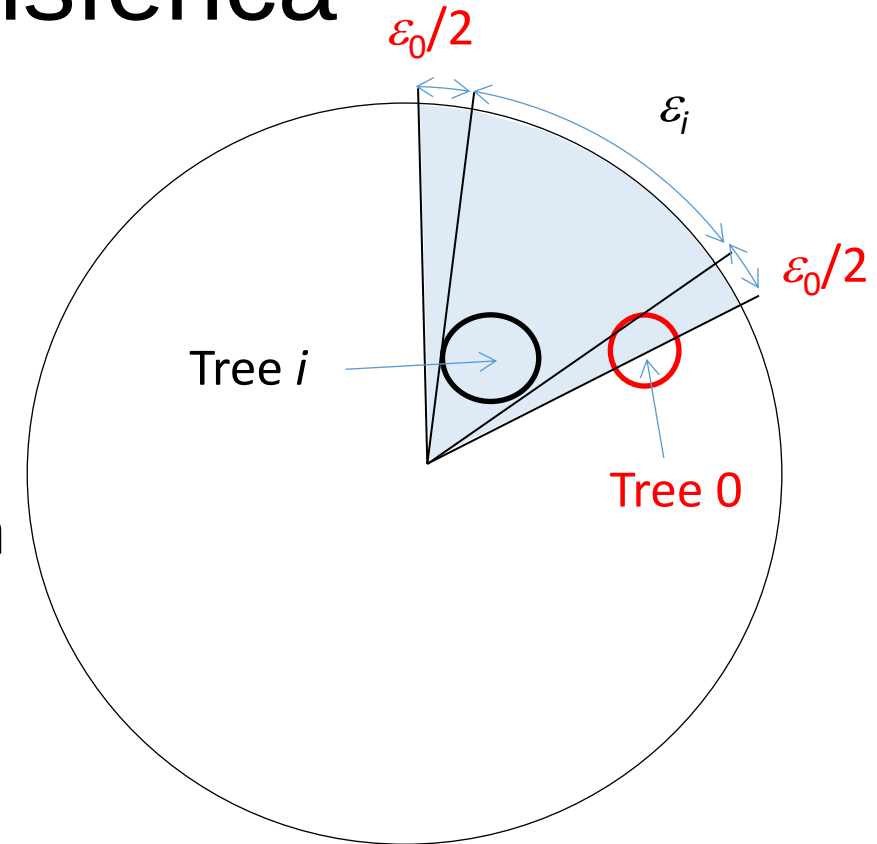
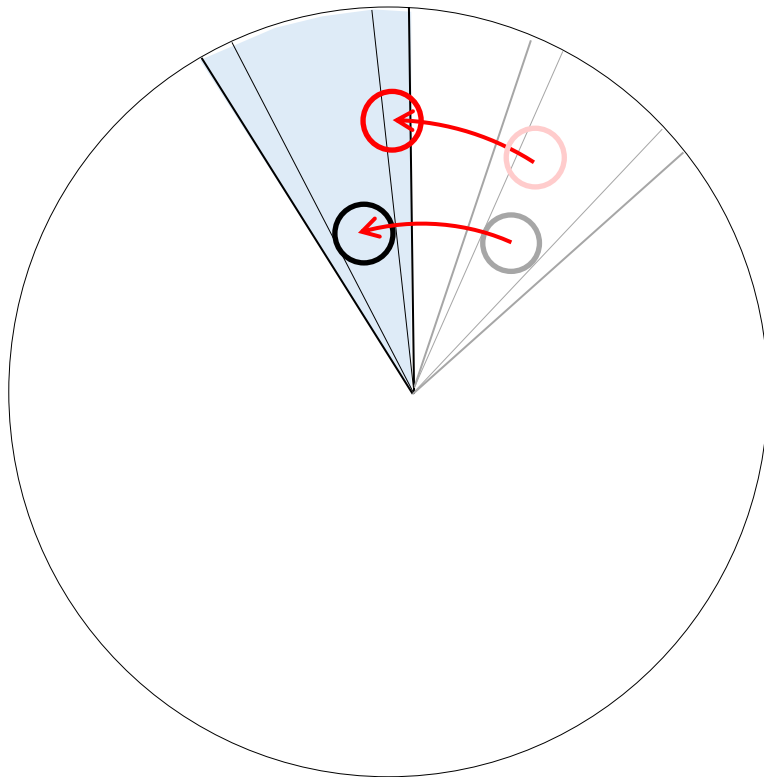
$$o_{i01} = \varepsilon_{i1} + \varepsilon_{01}$$

- Probabilidad de oclusión en imagen izqda:

$$P_{01} = \frac{2\pi - \sum_{d_{01} < d_{i1}} o_{i01}}{2\pi}$$

- Probabilidad en las 2 imágenes estereoscópicas

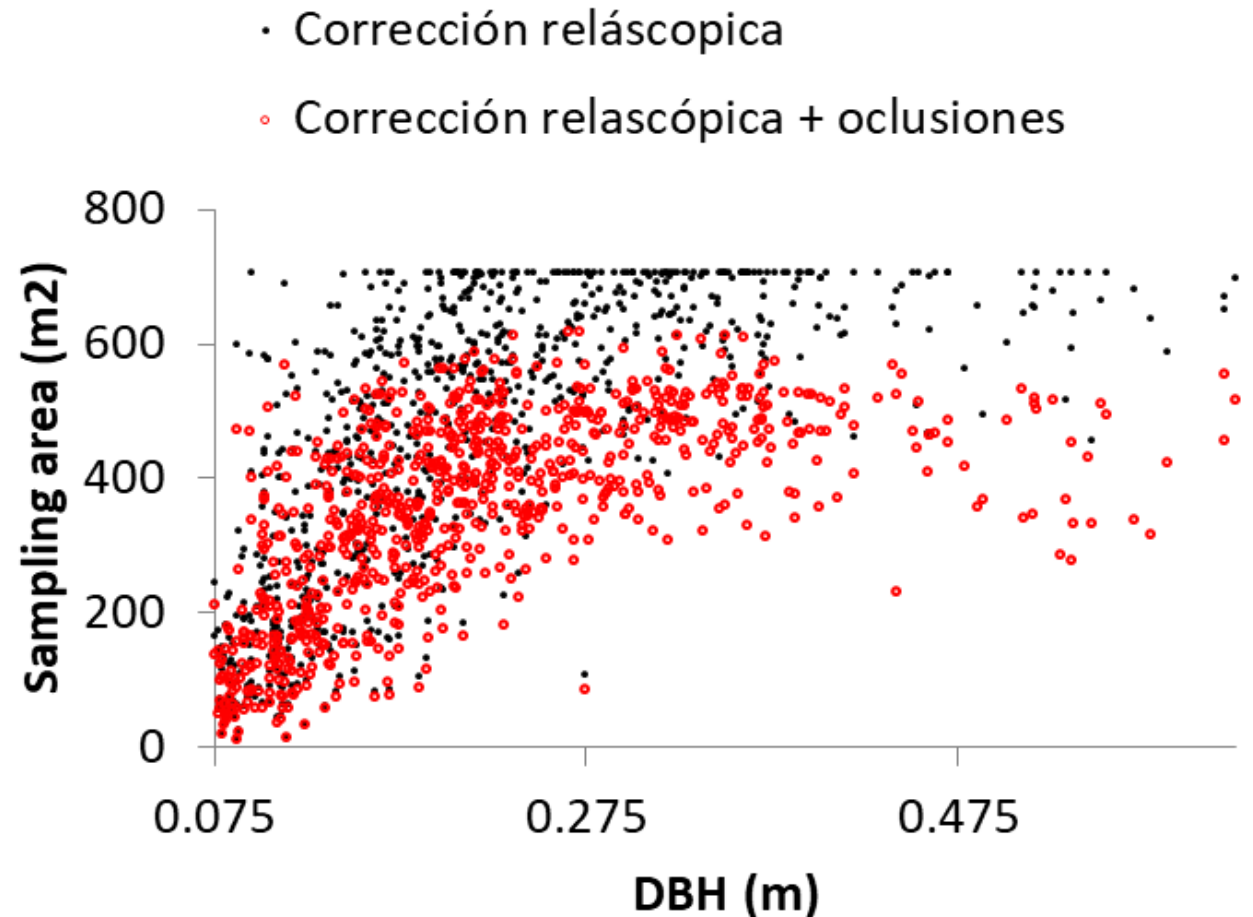
$$P_0 = P_{01} \cdot (P_{02} | P_{01})$$



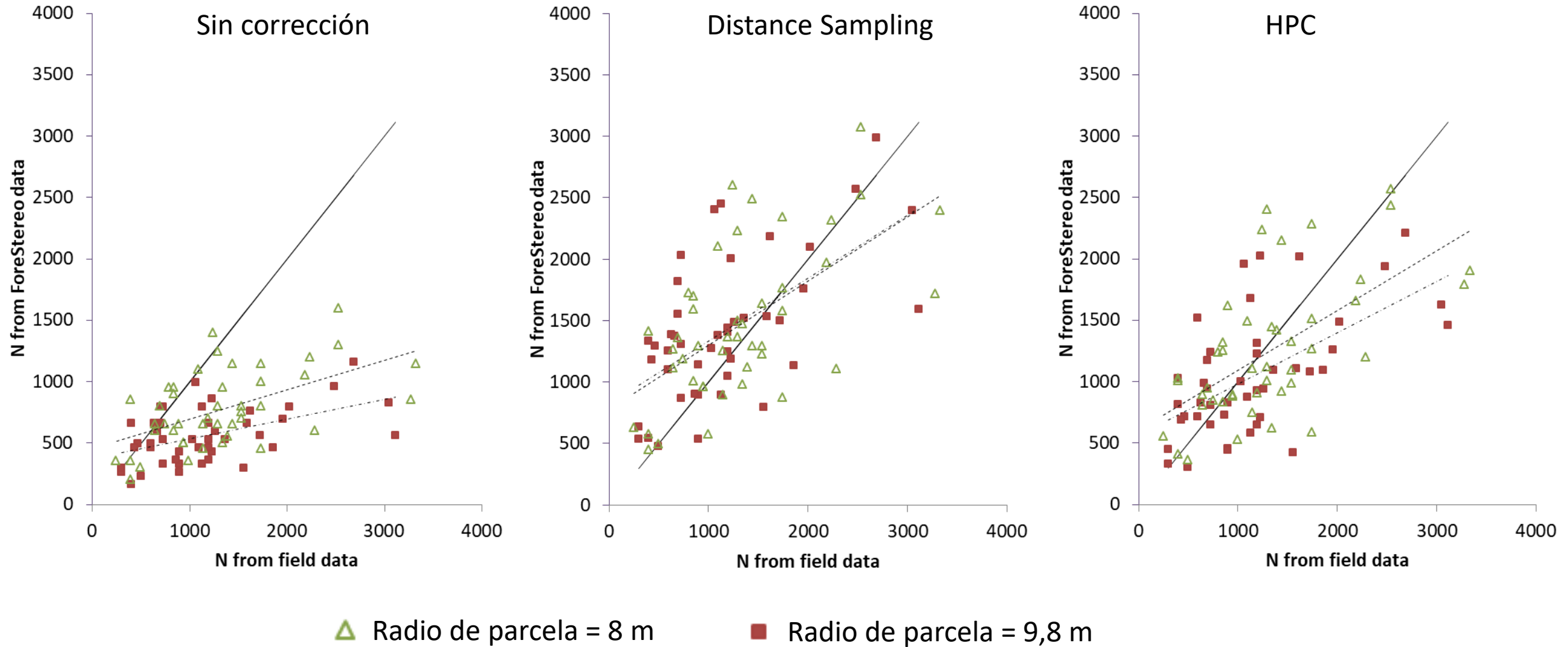
Corrección fotogramétrica hemisférica

Área de parcela diferente para cada árbol que depende de:

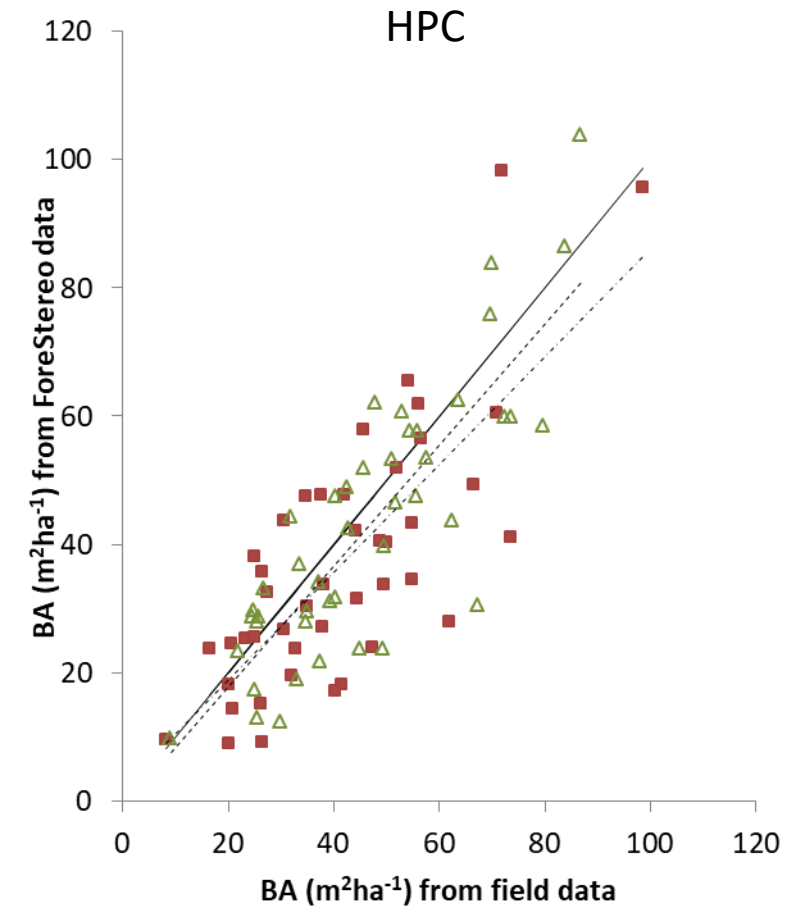
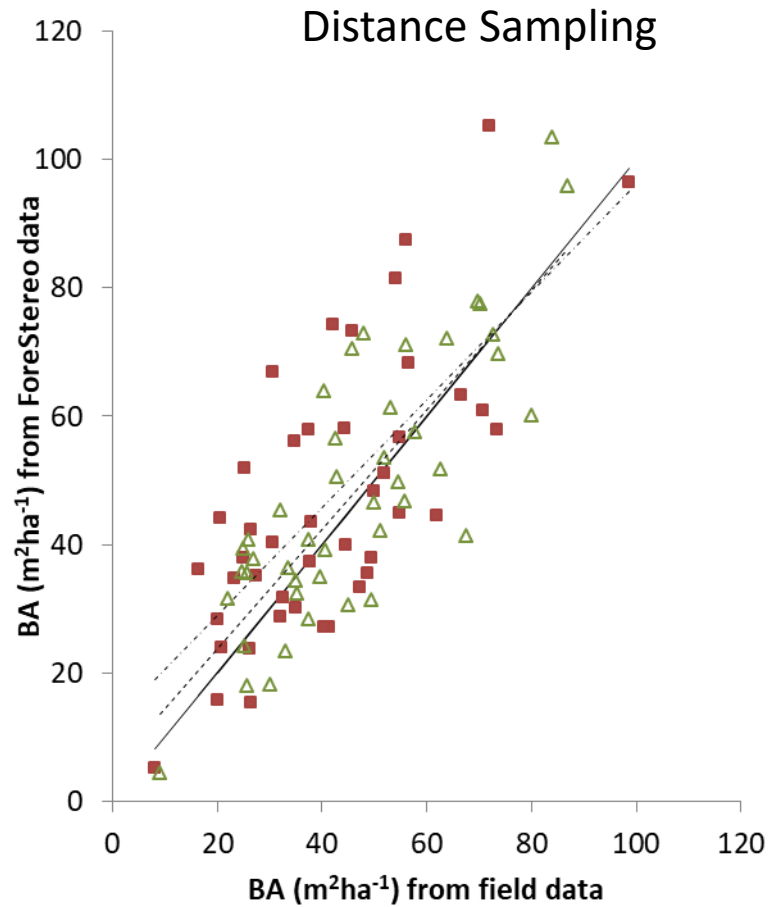
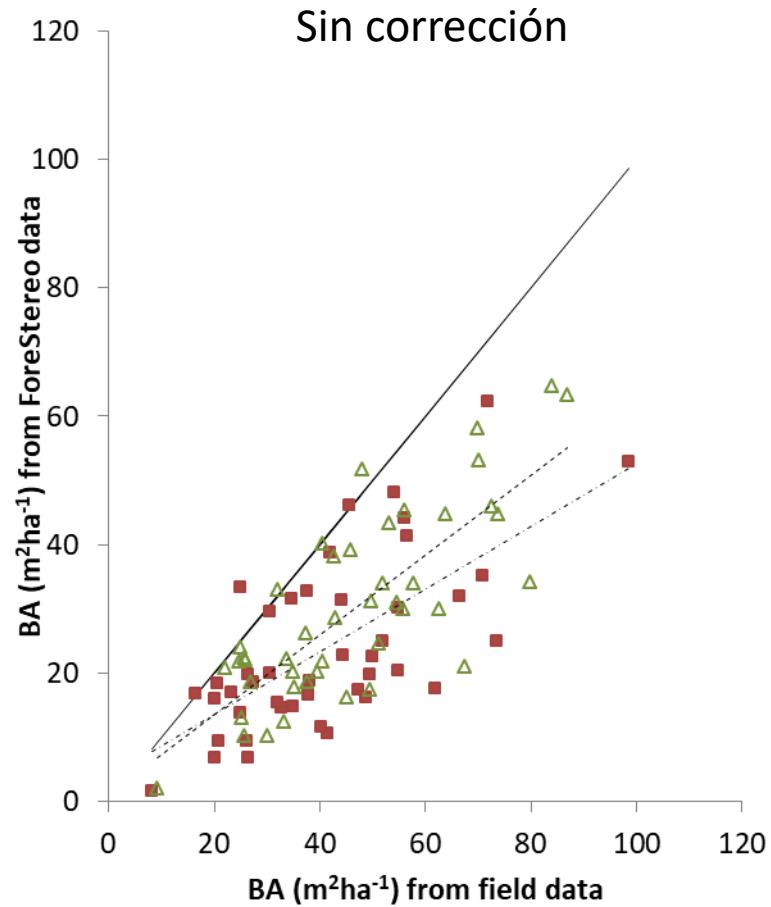
- diámetro y altura de las secciones detectadas
- densidad de la parcela
- posición de los árboles



Número de pies por ha



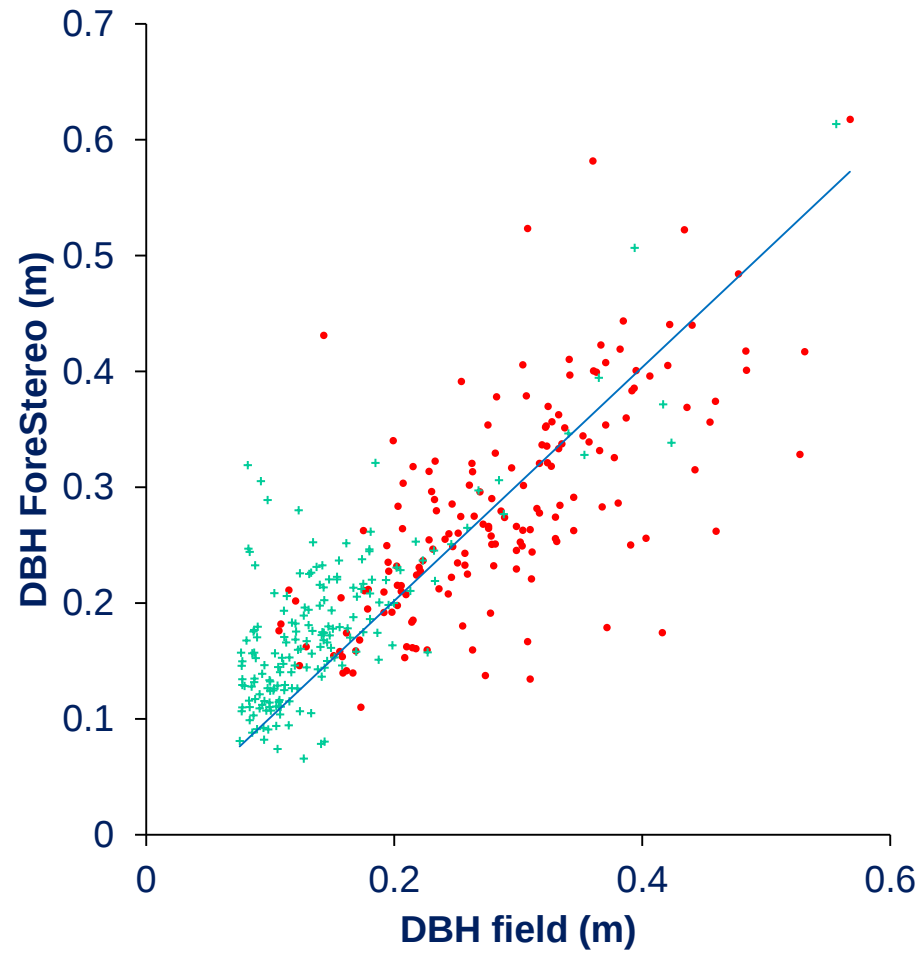
Área basimétrica



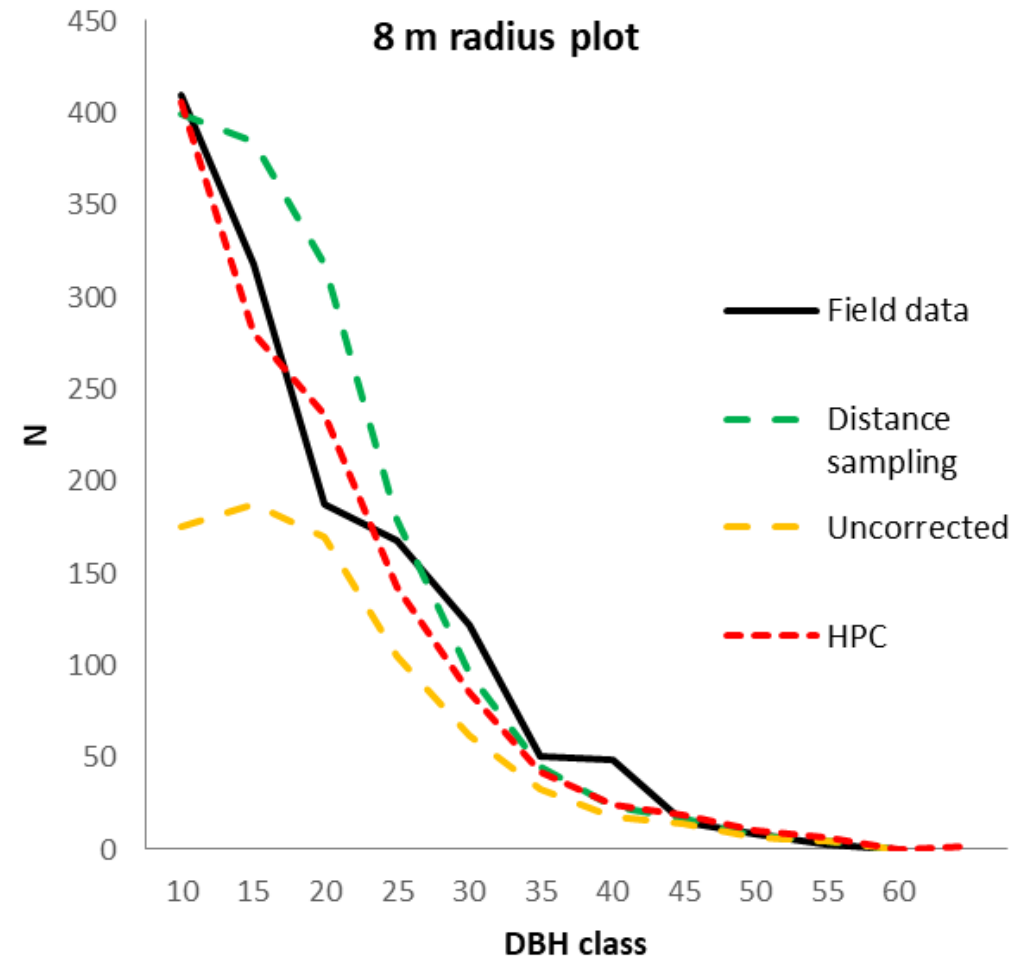
△ Radio de parcela = 8 m

■ Radio de parcela = 9,8 m

Distribución diamétrica



• *P. sylvestris* + *Q. pyrenaica*





Muchas gracias!!

fmontes@inia.es