

Curso sobre mitigación de los efectos adversos del Cambio Climático mediante programas de reforestación  
Cartagena de Indias(Colombia), 12-16 septiembre 2016

# Criterios de selección (I): Fenotipado

Eduardo Notivol

Unidad de Recursos Forestales

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

[enotivol@cita-aragon.es](mailto:enotivol@cita-aragon.es)



# GUIÓN

- Introducción
- Finalidad
- Qué?
- Cómo?
- Para qué?



Rutilio Tauro Emiliano **Paladio (s.IV)**

***“Bene eligi serenda non possunt,  
nisi hoc officium prius electus  
assumat”***

No se pueden seleccionar bien las semillas si no se ha seleccionado previamente al que haga esta labor



# ¿Por qué hablamos de selección?

Selección natural (ayer)

(finalidad)

- Manejo forestal
- Mejoramiento genético
- Técnicos Gestión del territorio
- Propietarios
- Comunidades locales
- Planificador */stakeholders...*
- Políticos

B  
O  
S  
Q  
U  
E



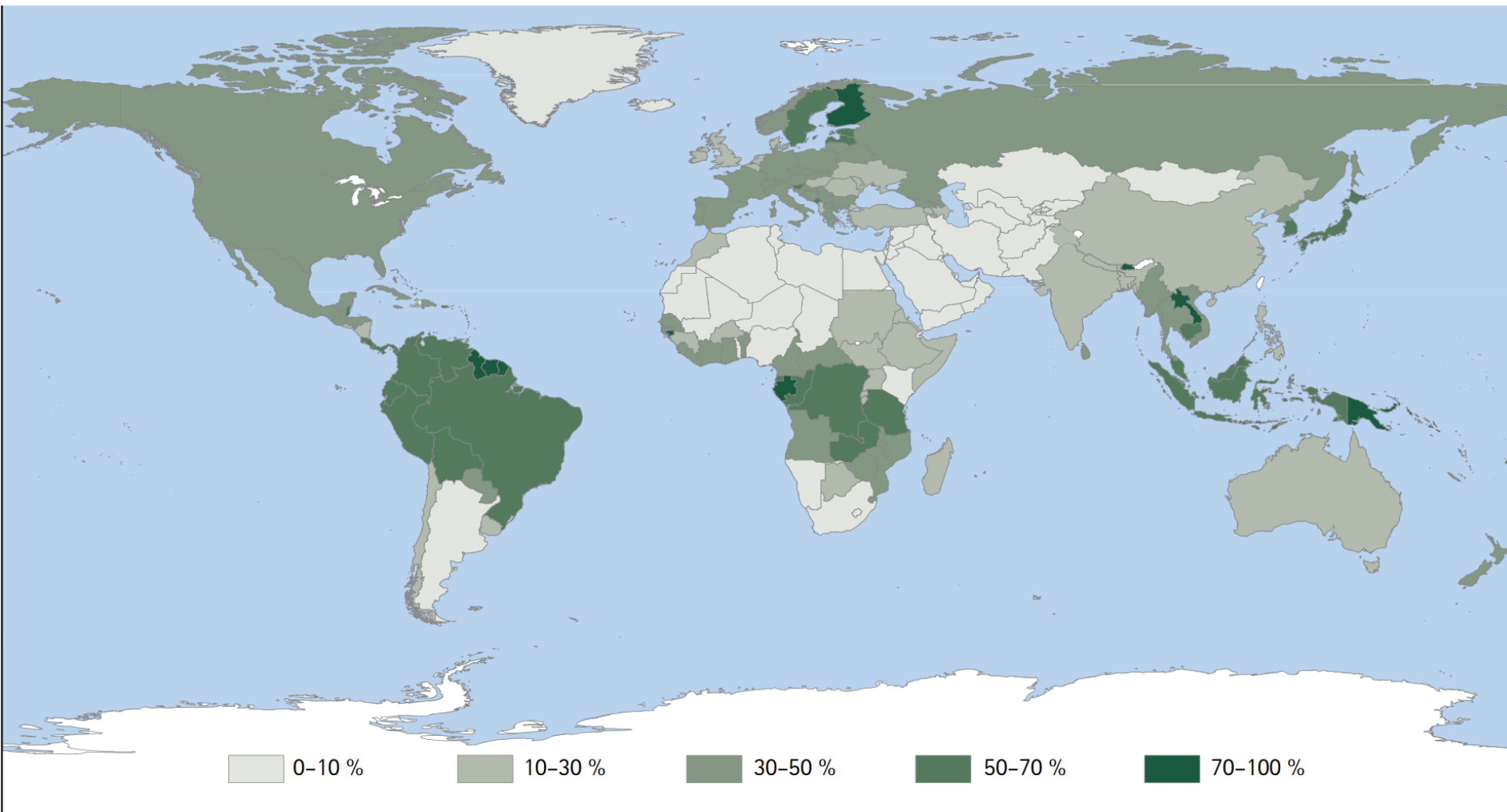
# Cambio Global /Climatico

MUNDO  
(234 países y territorios)

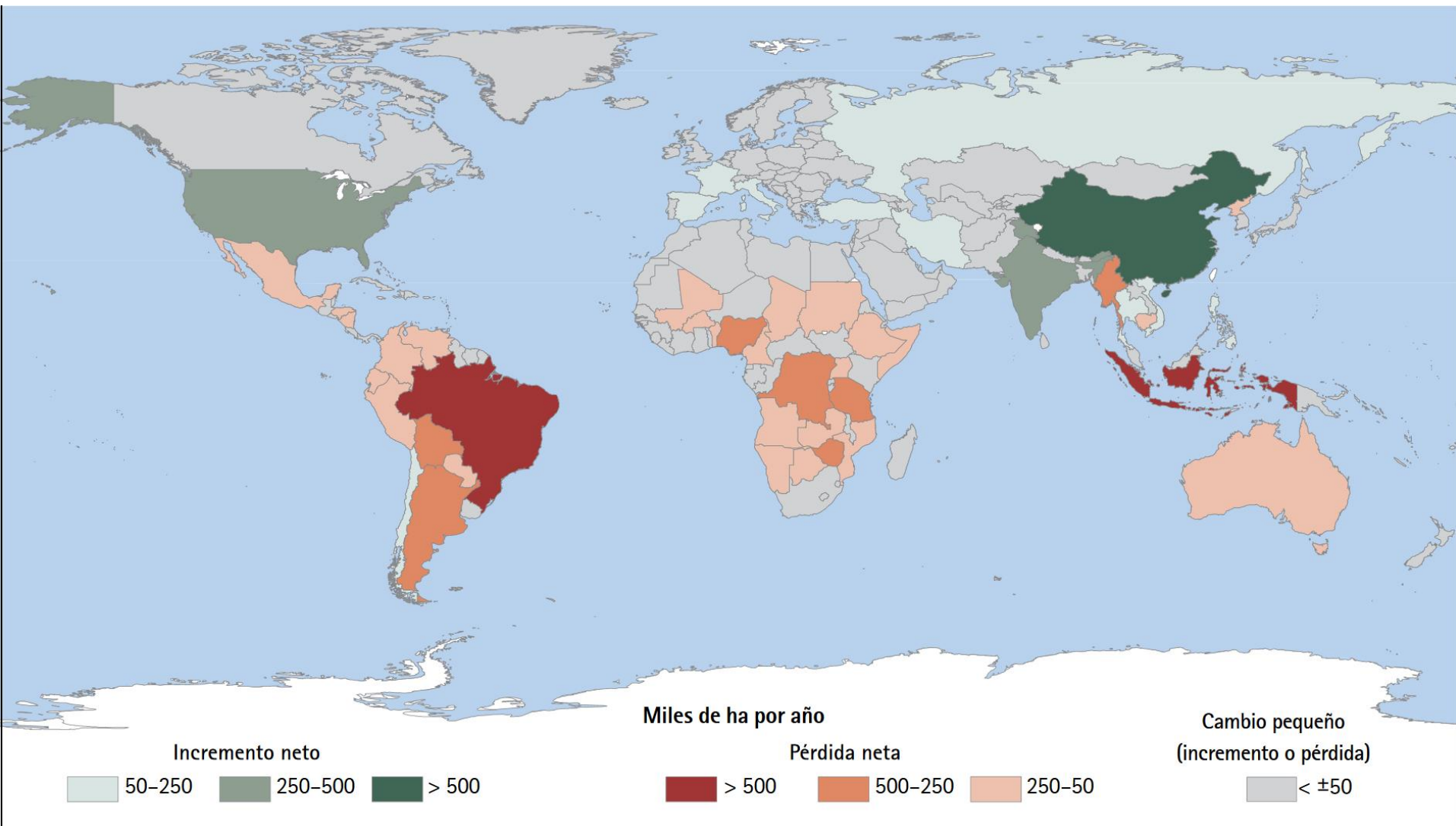
| Variable (unidad, año) <sup>a</sup>                                | Total | Dirección del cambio <sup>b</sup> | Cambio anual <sup>b</sup> (%) |
|--|-------|-----------------------------------|-------------------------------|
| <b>ÁREA DE BOSQUES Y CARACTERÍSTICAS</b>                           |       |                                   |                               |
| Área de bosque (millones de ha, 2015)                              | 3 999 | ↓                                 | -0,13                         |
| Área de otras tierras boscosas (millones de ha, 2015)              | 1 204 | ↓                                 | -0,10                         |
| Área de otras tierras con cubierta forestal (millones de ha, 2015) | 284   | ↑                                 | 0,52                          |
| Reforestación anual media (millones de ha, 2015)                   | 27    | ↑                                 | 1,57                          |
| Bosque natural (millones de ha, 2015) <sup>d</sup>                 | 3 695 | ↓                                 | -0,24                         |
| Bosque plantado (millones de ha, 2015)                             | 291   | ↑                                 | 1,84                          |



# Area de bosque



# Incremento/perdida anual neta 1990-2015



Curso sobre mitigación de los efectos adversos del Cambio Climático mediante programas de reforestación. Cartagena de Indias, 12-16 septiembre 2016



## ÁFRICA (58 países y territorios)

| Variable (unidad, año) <sup>a</sup>   | Total | Dirección del cambio <sup>b</sup> | Cambio anual <sup>b</sup> (%) | Disponibilidad de datos <sup>c</sup> (situación/tendencia) |
|---|-------|-----------------------------------|-------------------------------|--|
| Área de bosque (millones de ha, 2015)   | 624   | ↓                                 | -0,49                         | A/A  |
| Bosque natural (millones de ha, 2015) <sup>d</sup>  | 600   | ↓                                 | -0,54                         | A/A  |
| Bosque plantado (millones de ha, 2015)  | 16    | ↑                                 | 1,34                          | A/A  |
| Cambio neto anual del bosque (millones de ha, 2010–2015)  | -2,8  |                                   |                               | A/*  |
| Cambio neto anual del bosque natural (millones de ha, 2010–2015) <sup>d</sup>                     | -3,1  |                                   |                               | A/*  |
| Cambio neto anual del bosque plantado (millones de ha, 2010–2015)                                 | 0,2   |                                   |                               | A/*  |
| Existencias en formación en los bosques (miles de millones de m <sup>3</sup> , 2015) <sup>e</sup> | 79    | ↓                                 | -0,37                         | A/A  |
| Existencias en formación en los bosques (m <sup>3</sup> por ha, 2015) <sup>e</sup>                | 128   | ↑                                 | 0,13                          | A/A  |
| Carbono en la biomasa por encima y por debajo del suelo (Gt, 2015) <sup>e</sup>                   | 60    | ↓                                 | -0,43                         | A/A  |
| Carbono en la biomasa por encima y por debajo del suelo (toneladas por ha, 2015) <sup>e</sup>     | 96    | ↑                                 | 0,07                          | A/A  |

## ASIA (48 países y territorios)

| Variable (unidad, año) <sup>a</sup>   | Total | Dirección del cambio <sup>b</sup> | Cambio anual <sup>b</sup> (%) | Disponibilidad de datos <sup>c</sup> (situación/tendencia) |
|---|-------|-----------------------------------|-------------------------------|--|
| Área de bosque (millones de ha, 2015)   | 593   | ↑                                 | 0,17                          | A/A  |
| Bosque natural (millones de ha, 2015) <sup>d</sup>  | 462   | ↓                                 | -0,24                         | A/A  |
| Bosque plantado (millones de ha, 2015)  | 129   | ↑                                 | 2,17                          | A/A  |
| Cambio neto anual del bosque (millones de ha, 2010–2015)  | 0,8   |                                   |                               | A/*  |
| Cambio neto anual del bosque natural (millones de ha, 2010–2015) <sup>d</sup>                     | -1,0  |                                   |                               | A/*  |
| Cambio neto anual del bosque plantado (millones de ha, 2010–2015)                                 | 1,8   |                                   |                               | A/*  |
| Existencias en formación en los bosques (miles de millones de m <sup>3</sup> , 2015) <sup>e</sup> | 55    | ↑                                 | 0,28                          | A/A  |
| Existencias en formación en los bosques (m <sup>3</sup> por ha, 2015) <sup>e</sup>                | 93    | ↑                                 | 0,11                          | A/A  |
| Carbono en la biomasa por encima y por debajo del suelo (Gt, 2015) <sup>e</sup>                   | 36    | ↓                                 | -0,23                         | A/A  |
| Carbono en la biomasa por encima y por debajo del suelo (toneladas por ha, 2015) <sup>e</sup>     | 61    | ↓                                 | -0,41                         | A/A  |





## EUROPA (50 países y territorios)

| Variable (unidad, año) <sup>a</sup>   | Total | Dirección del cambio <sup>b</sup> | Cambio anual <sup>b</sup> (%) | Disponibilidad de datos <sup>c</sup> (situación/tendencia) |
|---|-------|-----------------------------------|-------------------------------|--|
| Área de bosque (millones de ha, 2015)   | 1 015 | ↑                                 | 0,08                          | A/A  |
| Bosque natural (millones de ha, 2015) <sup>d</sup>  | 929   | ~                                 | 0,01                          | A/A  |
| Bosque plantado (millones de ha, 2015)  | 83    | ↑                                 | 1,11                          | A/A  |
| Cambio neto anual del bosque (millones de ha, 2010–2015)  | 0,4   |                                   |                               | A/*  |
| Cambio neto anual del bosque natural (millones de ha, 2010–2015) <sup>d</sup>                     | 0,01  |                                   |                               | A/*  |
| Cambio neto anual del bosque plantado (millones de ha, 2010–2015)                                 | 0,4   |                                   |                               | A/*  |
| Existencias en formación en los bosques (miles de millones de m <sup>3</sup> , 2015) <sup>e</sup> | 115   | ↑                                 | 0,40                          | A/A  |
| Existencias en formación en los bosques (m <sup>3</sup> por ha, 2015) <sup>e</sup>                | 113   | ↑                                 | 0,32                          | A/A  |
| Carbono en la biomasa por encima y por debajo del suelo (Gt, 2015) <sup>e</sup>                   | 45    | ↑                                 | 0,37                          | A/A  |
| Carbono en la biomasa por encima y por debajo del suelo (toneladas por ha, 2015) <sup>e</sup>     | 45    | ↑                                 | 0,29                          | A/A  |

## AMÉRICA DEL NORTE Y AMÉRICA CENTRAL (39 países y territorios)

| Variable (unidad, año) <sup>a</sup>   | Total | Dirección del cambio <sup>b</sup> | Cambio anual <sup>b</sup> (%) | Disponibilidad de datos <sup>c</sup> (situación/tendencia) |
|---|-------|-----------------------------------|-------------------------------|--|
| Área de bosque (millones de ha, 2015)   | 751   | ~                                 | -0,01                         | A/A  |
| Bosque natural (millones de ha, 2015) <sup>d</sup>  | 707   | ↓                                 | -0,11                         | A/A  |
| Bosque plantado (millones de ha, 2015)  | 43    | ↑                                 | 2,51                          | A/A  |
| Cambio neto anual del bosque (millones de ha, 2010–2015)  | 0,1   |                                   |                               | A/*  |
| Cambio neto anual del bosque natural (millones de ha, 2010–2015) <sup>d</sup>                     | -0,4  |                                   |                               | A/*  |
| Cambio neto anual del bosque plantado (millones de ha, 2010–2015)                                 | 0,5   |                                   |                               | A/*  |
| Existencias en formación en los bosques (miles de millones de m <sup>3</sup> , 2015) <sup>e</sup> | 96    | ↑                                 | 0,29                          | A/A  |
| Existencias en formación en los bosques (m <sup>3</sup> por ha, 2015) <sup>e</sup>                | 129   | ↑                                 | 0,30                          | A/A  |
| Carbono en la biomasa por encima y por debajo del suelo (Gt, 2015) <sup>e</sup>                   | 36    | ↑                                 | 0,23                          | A/A  |
| Carbono en la biomasa por encima y por debajo del suelo (toneladas por ha, 2015) <sup>e</sup>     | 58    | ↑                                 | 0,24                          | A/A  |



## OCEANÍA (25 países y territorios)

| Variable (unidad, año) <sup>a</sup>   | Total | Dirección del cambio <sup>b</sup> | Cambio anual <sup>b</sup> (%) | Disponibilidad de datos <sup>c</sup> (situación/tendencia) |
|---|-------|-----------------------------------|-------------------------------|--|
| Área de bosque (millones de ha, 2015)   | 174   | ↓                                 | -0,08                         | A/A  |
| Bosque natural (millones de ha, 2015) <sup>d</sup>  | 169   | ↓                                 | -0,12                         | A/A  |
| Bosque plantado (millones de ha, 2015)  | 4,4   | ↑                                 | 1,82                          | A/A  |
| Cambio neto anual del bosque (millones de ha, 2010–2015)  | 0,3   |                                   |                               | A/*  |
| Cambio neto anual del bosque natural (millones de ha, 2010–2015) <sup>d</sup>                     | 0,3   |                                   |                               | A/*  |
| Cambio neto anual del bosque plantado (millones de ha, 2010–2015)                                 | 0,03  |                                   |                               | A/*  |
| Existencias en formación en los bosques (miles de millones de m <sup>3</sup> , 2015) <sup>e</sup> | 35    | ↑                                 | 0,08                          | A/A  |
| Existencias en formación en los bosques (m <sup>3</sup> por ha, 2015) <sup>e</sup>                | 202   | ↑                                 | 0,15                          | B/B  |
| Carbono en la biomasa por encima y por debajo del suelo (Gt, 2015) <sup>e</sup>                   | 16    | ~                                 | 0,05                          | A/A  |
| Carbono en la biomasa por encima y por debajo del suelo (toneladas por ha, 2015) <sup>e</sup>     | 92    | ↑                                 | 0,13                          | A/A  |

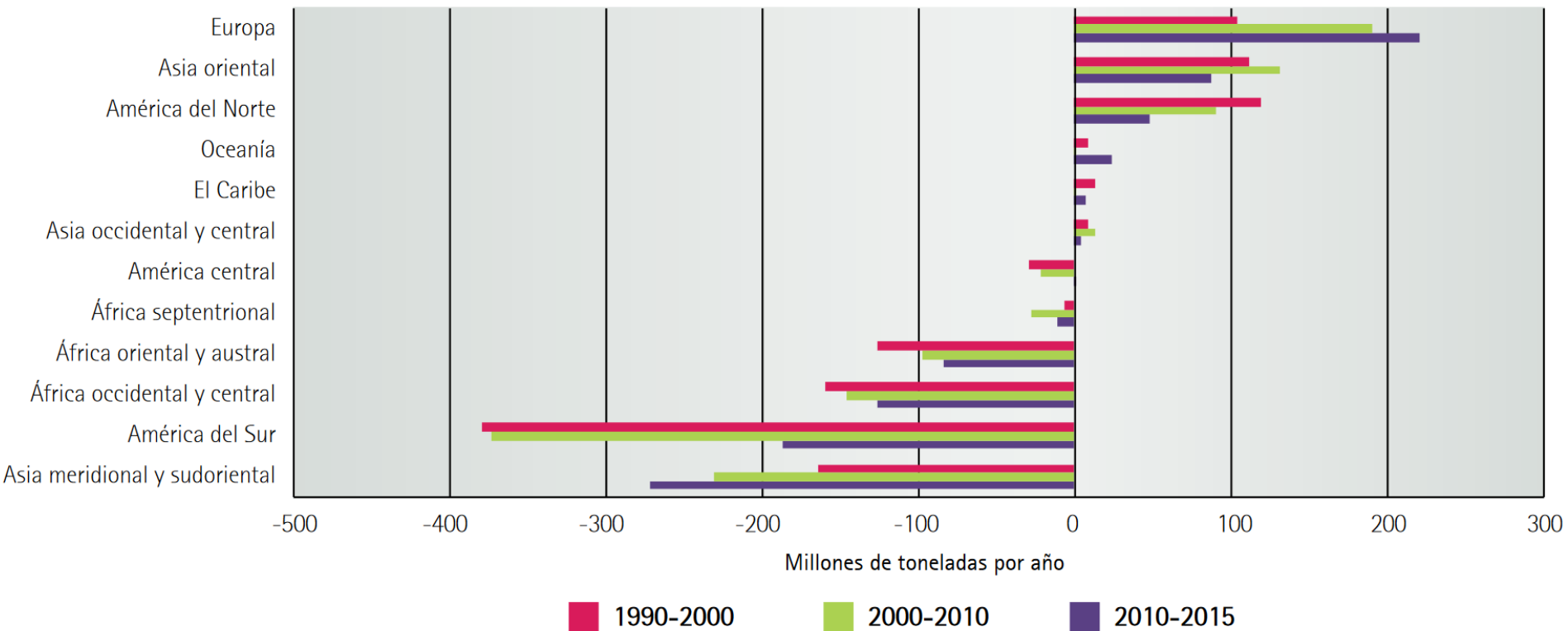
## AMÉRICA DEL SUR (14 países y territorios)

| Variable (unidad, año) <sup>a</sup>   | Total | Dirección del cambio <sup>b</sup> | Cambio anual <sup>b</sup> (%) | Disponibilidad de datos <sup>c</sup> (situación/tendencia) |
|---|-------|-----------------------------------|-------------------------------|--|
| Área de bosque (millones de ha, 2015)   | 842   | ↓                                 | -0,40                         | A/A  |
| Bosque natural (millones de ha, 2015) <sup>d</sup>  | 827   | ↓                                 | -0,43                         | A/A  |
| Bosque plantado (millones de ha, 2015)  | 15    | ↑                                 | 2,38                          | A/A  |
| Cambio neto anual del bosque (millones de ha, 2010–2015)  | -2,0  |                                   |                               | A/*  |
| Cambio neto anual del bosque natural (millones de ha, 2010–2015) <sup>d</sup>                     | -2,2  |                                   |                               | A/*  |
| Cambio neto anual del bosque plantado (millones de ha, 2010–2015)                                 | 0,4   |                                   |                               | A/*  |
| Existencias en formación en los bosques (miles de millones de m <sup>3</sup> , 2015) <sup>e</sup> | 150   | ↓                                 | -0,28                         | A/A  |
| Existencias en formación en los bosques (m <sup>3</sup> por ha, 2015) <sup>e</sup>                | 178   | ↑                                 | 0,12                          | A/A  |
| Carbono en la biomasa por encima y por debajo del suelo (Gt, 2015) <sup>e</sup>                   | 103   | ↓                                 | -0,31                         | A/A  |
| Carbono en la biomasa por encima y por debajo del suelo (toneladas por ha, 2015) <sup>e</sup>     | 122   | ↑                                 | 0,09                          | A/A  |

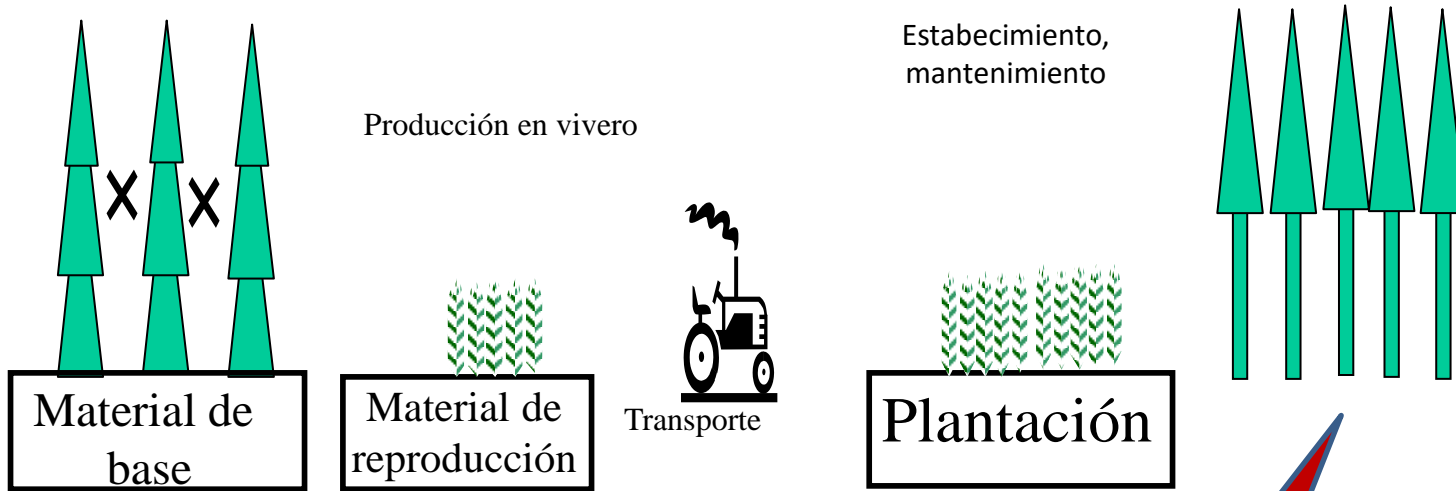


Durante los últimos 25 años las existencias de carbono de la biomasa forestal se han reducido en casi 11,1 Gt, lo que equivale a una disminución de 442 millones de toneladas

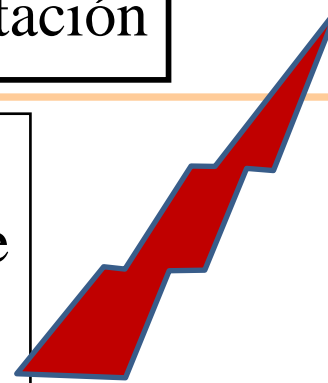
**Cambios en las existencias de carbono en la biomasa forestal, 1990-2015**



# Uso de material forestal de reproducción en reforestación



Cuales son las características que deseamos en nuestras plantaciones futuras?



# GUIÓN

- Introducción
- Finalidad
  - Qué?
  - Cómo?
  - Para qué?







# Requisitos de un carácter para su uso en un programa de mejora

- Tener un alto valor económico
- Tener una heredabilidad alta
- Ser fácilmente seleccionable a edades jóvenes
- No estar correlacionados positivamente con caracteres no deseables
- Estar correlacionados positivamente con rasgos de importancia económica



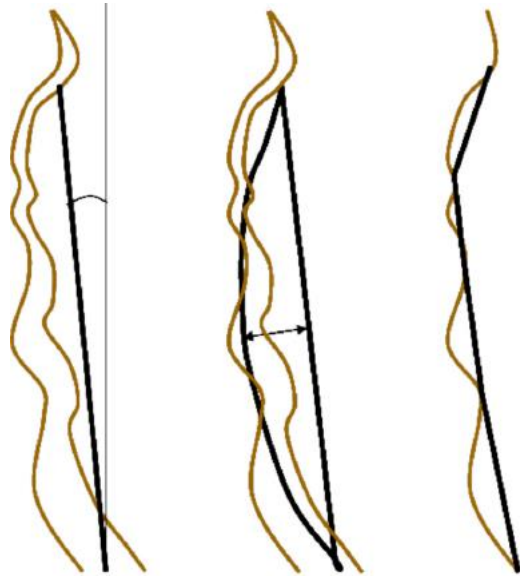




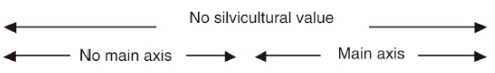


# Rectitud

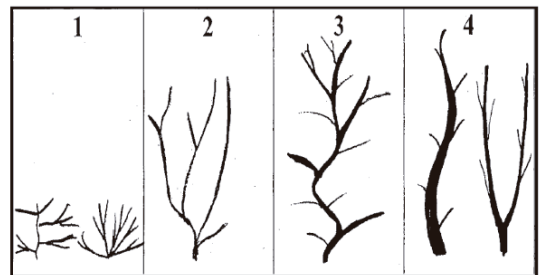
## Forma del tronco



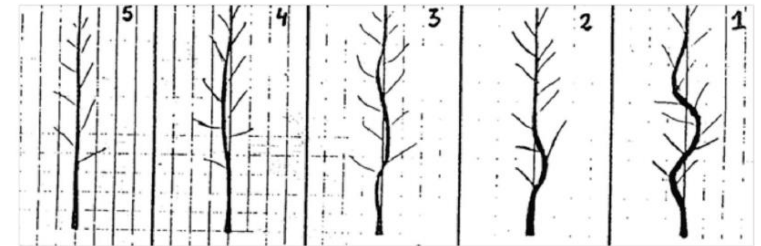
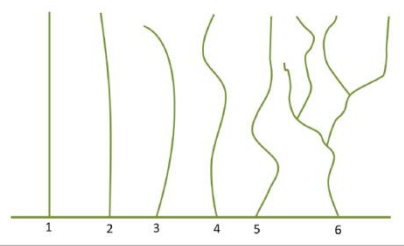
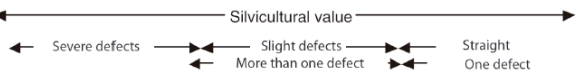
Inclinado    Arqueado    Sinuoso



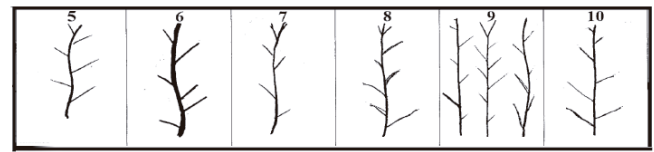
## Implicaciones?



Puntuación = f (numero e intensidad)

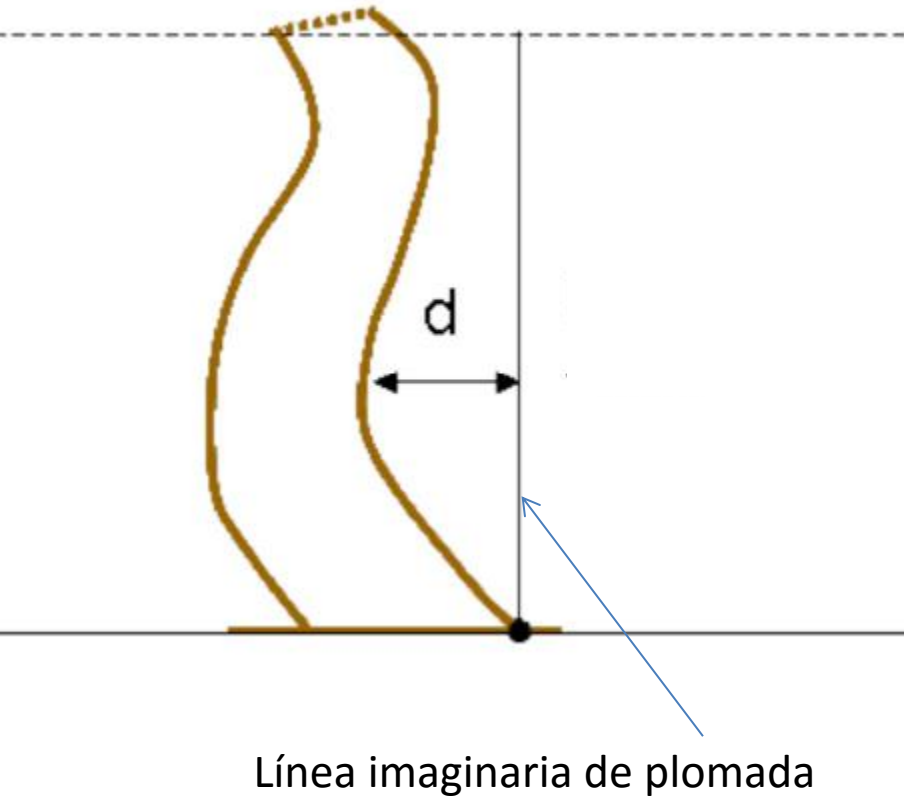


- 1) Perfectly straight, no flaws;
- 2) one minor deviation from straightness;
- 3) stem curved one-sidedly;
- 4) stem with several curves (sinusoidal);
- 5) sinusoidal stem with crooks;
- 6) no main axis, bushy.



# Inclinación basal

Implicaciones?

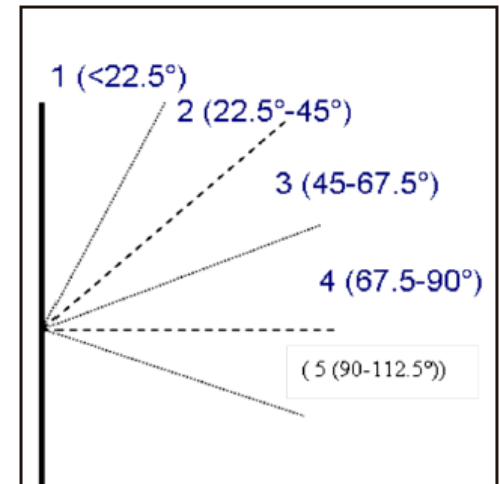
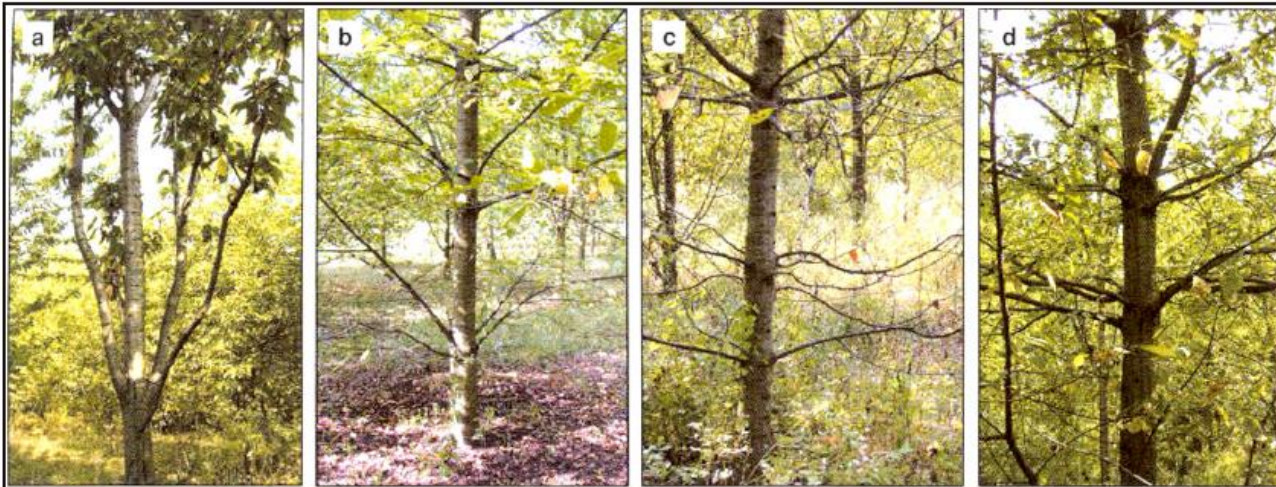
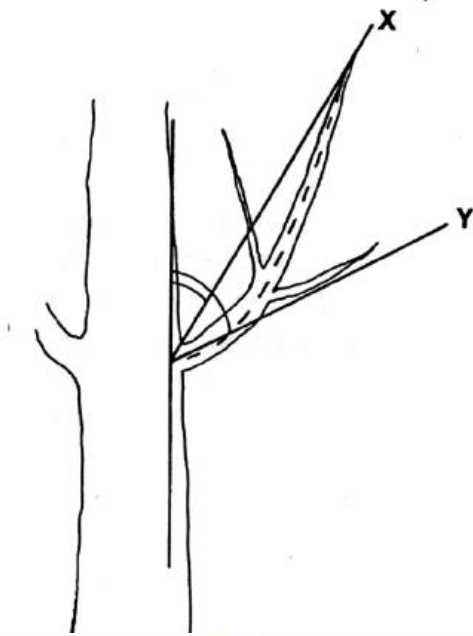


“d” en su máximo y por encima de 1.3 m.



# Angulo inserción ramas

## Implicaciones?



Puntuación = f (valor, intervalos)



# Grosor Ramas

## Implicaciones?

Puntuación = f (dimension relativa al tronco)



**1**

$\frac{1}{2}$  of stem diameter



**2**

$\frac{1}{2}$  to  $\frac{1}{3}$



**3**

$\frac{1}{3}$  to  $\frac{1}{4}$



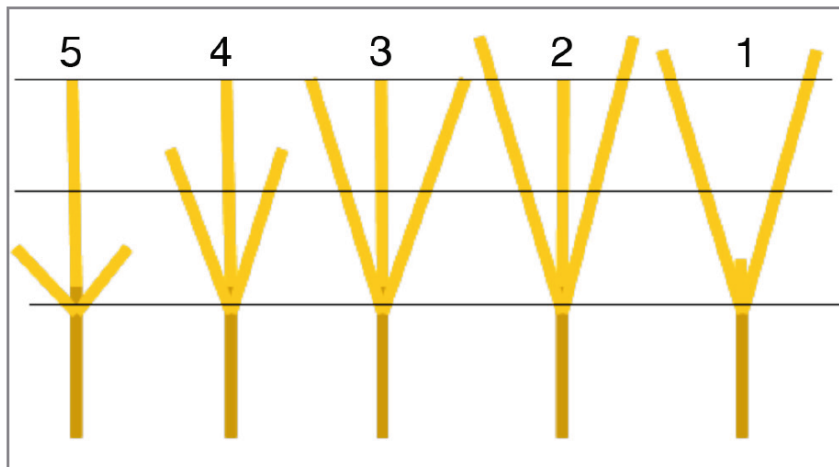
**4**

Less than  $\frac{1}{4}$

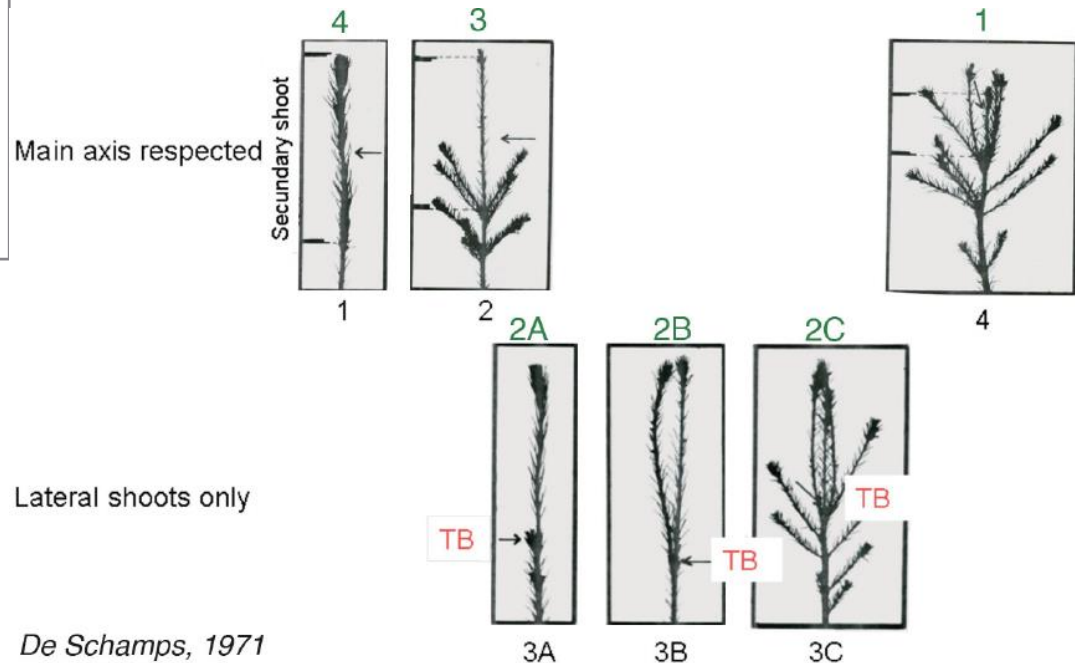


# Dominancia apical

## Implicaciones?



5 = Main leader respected with lateral branches extending to less than half terminal shoot length;  
 4 = main leader respected with lateral branches extending slightly over half of terminal shoot length;  
 3 = main leader respected with lateral branches extending from half of the terminal shoot length to its length;  
 2 = main leader respected with lateral branches extending over terminal shoot length;  
 1 = main leader absent or very short, with in this case, lateral branches largely extending over the terminal shoot length.



De Schamps, 1971

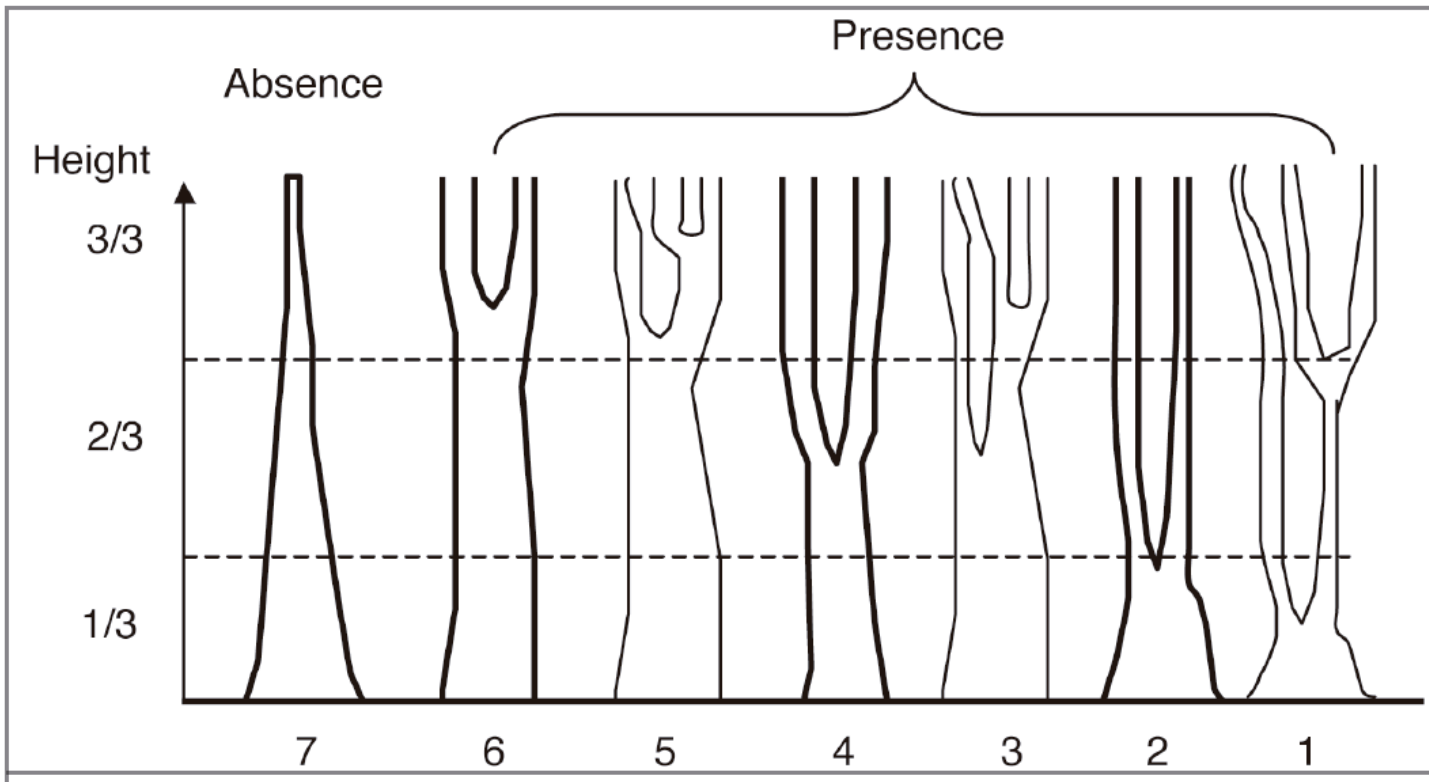
Puntuación = f (dimensiones relativas laterales y/o mantenimiento del eje)



# Ahorquillamiento

Puntuación = f (número y altura)

## Implicaciones?





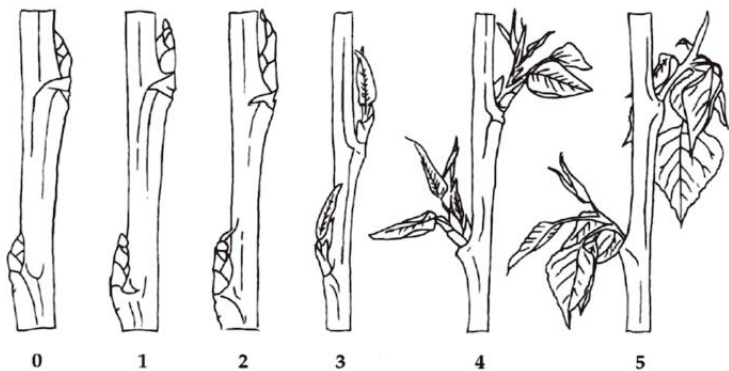
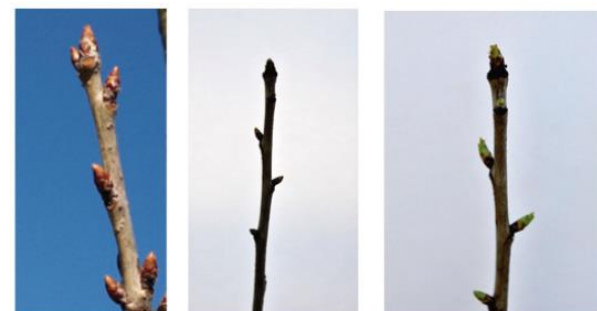
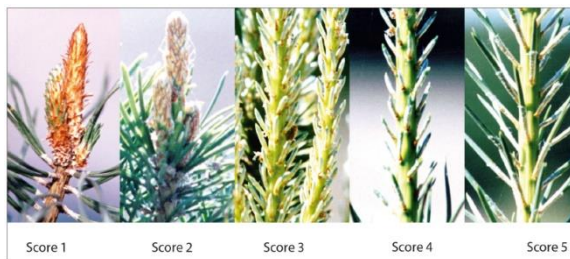
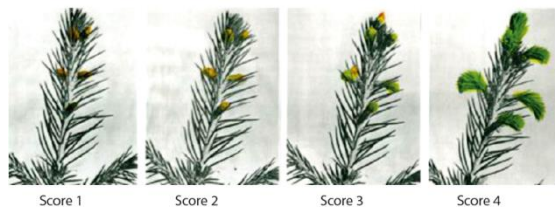
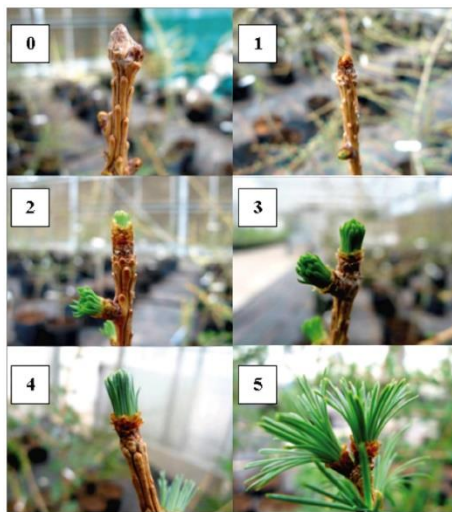
# Adaptativos

- Fenología
  - Apertura y Formación de yema
  - Floración
  - Senescencia foliar
  - Actividad cambial
- Reproducción
  - Cuantitativo
  - Fenología /sincronización



# F. Yema

## Implicaciones?



Puntuación = f (fases y formas específicas por especie)



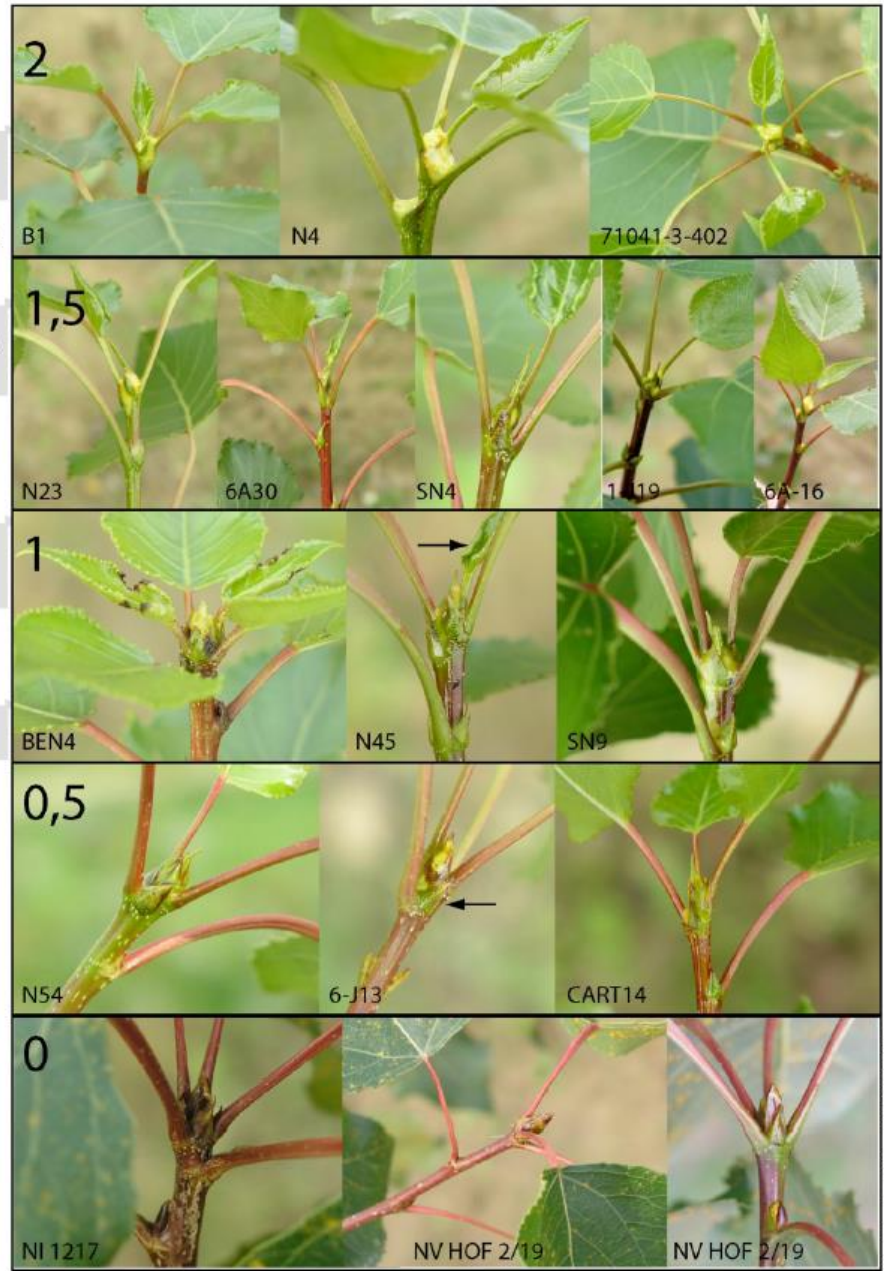
# Bud-set Score Card *Populus nigra*

leaves/scales

balsam

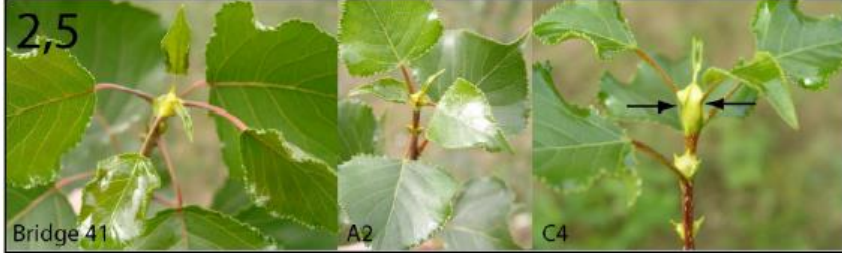
(indicative, depends on genotype)

|   |     |   |  |
|---|-----|---|--|
| apical shoot fully growing<br>> 2 rolled-up young leaves  | 3   | shoot   | lots of balsam covering<br>multiple internodes                               |
| last leaves still rolled-up<br>last leaves at equal height<br>internodes become shorter   | 2,5 |   | apical shoot fully covered with balsam,<br>also present on subtending nodes  |
| shoot/internode growth reduced<br>2 <sup>nd</sup> last leaf fully stretched<br>last leaf bright green   | 2   |   | apical shoot fully covered with balsam,<br>also present in 1 subtending node |
| transition from shoot to bud structure<br>colour of 2 <sup>nd</sup> last leaf is<br>comparable to older leaves<br>last leaf partially rolled <sup>(1)</sup> | 1,5 |   | top wet and covered, mostly<br>absent in subtending nodes                    |
| apical bud not fully closed,<br>bud scales predominantly green<br>no more rolled-up leaves <sup>(1)</sup>   | 1   |   | bud  |
| apical bud fully closed<br>colour between green and red,<br>stipules of the two last leaves still green   | 0,5 | bud is drying, remaining<br>balsam sticky and shiny |  |
| apical bud red-brown  | 0   | bud has fully dried,<br>no balsam visible           |  |



<sup>(1)</sup> : last leaf can not always be scored reliably (eg N45)

it can potentially be scored separately whether last leaf (or leaf tip) is exposed from the bud



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100



# Fen. floración

## Implicaciones?



Score 1      Score 2      Score 3



Score 4      Score 5



Score 0-1      Score 2      Score 3



Score 4      Score 5

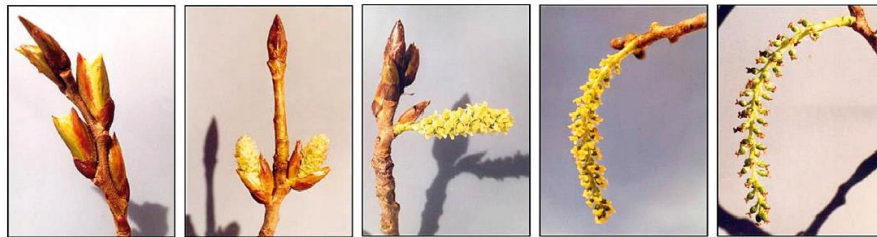
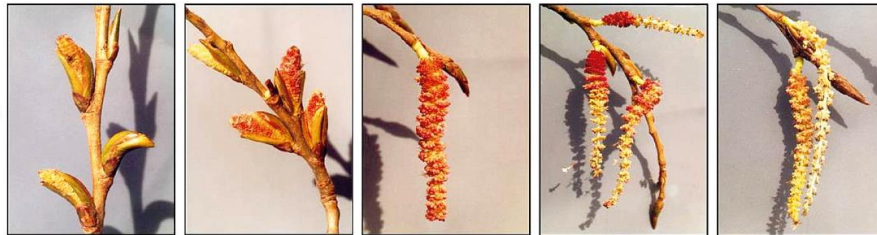


Score 1      Score 2      Score 3      Score 4      Score 5



Score 1      Score 2      Score 3      Score 4      Score 5

Score 1      Score 2      Score 3      Score 4      Score 5



Puntuación = f (fases y formas específicas por especie)



1 - Buds no active, scales brown and closed.



1

2 - Buds increase size, scales start to separate so that first leaf edges are visible.



2

# Fenología integrada

## A - Flower phenology



**3**  
Flower bud broken, flowers petals still closed, petiole elongating.



**4**  
Anthesis evident on at least 1/3 of flowers.



**5**  
Anthesis evident on at least 2/3 of flowers.



**6**  
Anthesis covering all the crown.



**7**  
1/3 of flower lost petals.



**8**  
>2/3 of flowers have lost petals.

## B - Leaves phenology



**3**  
Bud broken, leaves still folding within.



**4**  
Leaves start elongation.



**5**  
Leaves not complete



**6**  
Leaves complete



**7**  
Leaves complete in some cases they are formed.

## C - Fruit ripening phenology



**9**

1/1 of cherries is green.



**10**

< 1/3 of cherries is orange-yellowish



**11**

<2/3 of cherries are orange-yellowish.



**12**

2/3 to 1/1 of cherries are orange-yellowish.



**13**

<1/3 of cherries is fully red.



**14**

< 2/3 of cherries is fully red.

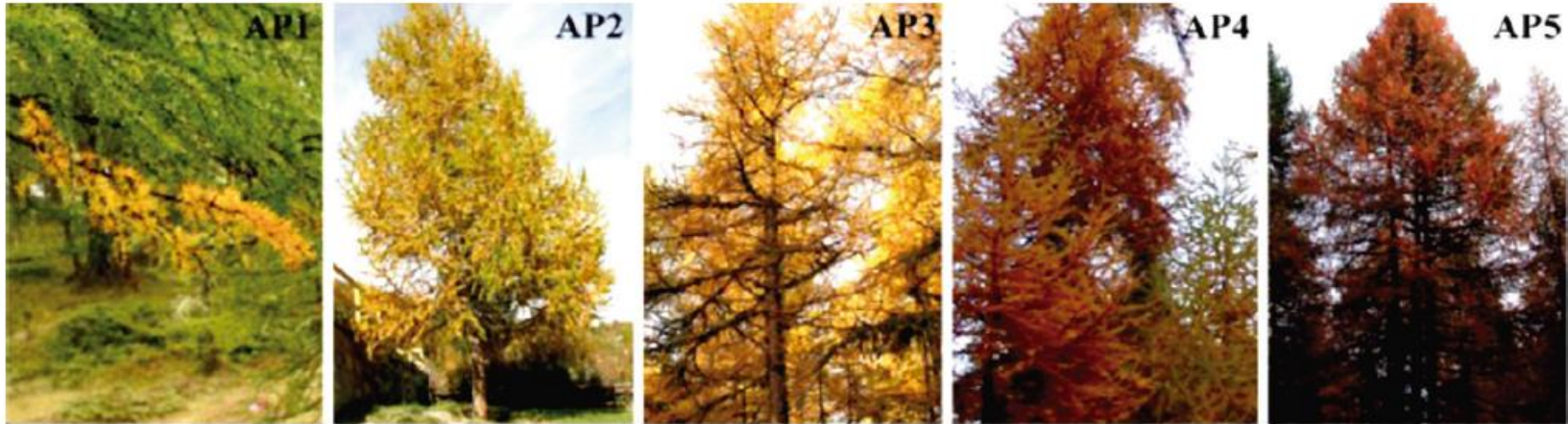


**15**

> 2/3 to 1/1 of cherries is fully red (Bordeaux).

# Senescencia foliar

(climas templados)



## Autumn Phases (AP)

AP1 = yellow spot decolouration

AP2 = green to yellow

AP3 = yellow [ $E_{GS}$ ]

AP4 = yellow to bronze

AP5 = bronze

} *AP2-AP5:  
decolouration spread  
on the whole crown*

# Implicaciones?

Puntuación = f (fases y colores por spp.)



# Otros

- Resistencias
  - Frio
  - Enfermedades
- Biomasa indiv.



# Resistencias

(frío, enfermedades)

| Step                          | Duration and conditions |
|-------------------------------|-------------------------|
| Pre freezing                  | 4 hours at +2 °C        |
| Cooling to test temperature   | 4 hours                 |
| Freezing at test temperature  | 2 hours                 |
| Thawing from test temperature | 4 hours                 |
| Post freezing                 | 4 hours at +2 °C        |

## Diferentes protocolos

| Step                          | Duration and conditions |
|-------------------------------|-------------------------|
| Pre freezing                  | 3 hours at +2 °C        |
| Cooling to test temperature   | -6 K per hour           |
| Freezing at test temperature  | 4 hours                 |
| Thawing from test temperature | +6 K per hour           |
| Post freezing                 | 3 hours at +2 °C        |





# Resistencias/Tolerancias

| Level of accuracy | Stages of discolouration |   |                              |
|-------------------|--------------------------|---|------------------------------|
|                   | Undamaged                | Intermediately damaged  | Totally damaged              |
| Overview          | 1 = No discolouration    | 2 = up to 33 % discoloured needles<br>3 = up to 66 % discoloured needles<br>4 = up to 99 % discoloured needles  | 5 = All needles discoloured  |
| Precise           | 1 = No discolouration    | 2 = up to 20 % discoloured needles<br>3 = up to 40 % discoloured needles<br>4 = up to 60 % discoloured needles<br>5 = up to 80 % discoloured needles<br>6 = up to 99 % discoloured needles  | 7 = All needles discoloured  |
| Very precise      | 1 = No discolouration    | 2 = up to 10 % discoloured needles<br>3 = up to 20 % discoloured needles<br>4 = up to 30 % discoloured needles<br>5 = up to 40 % discoloured needles<br>6 = up to 50 % discoloured needles<br>7 = up to 60 % discoloured needles<br>8 = up to 70 % discoloured needles<br>9 = up to 80 % discoloured needles<br>10 = up to 99 % discoloured needles | 11 = All needles discoloured |

## Implicaciones?

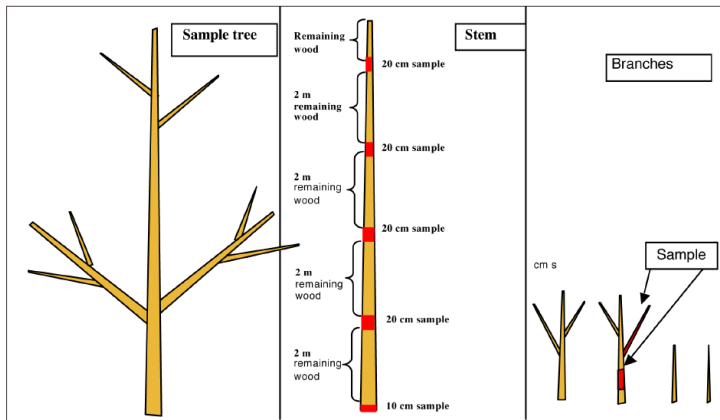
Puntuación = f (% y colores)



# Biomasa

Muestras en campo

## Implicaciones



$$DW_{(st)} = DW_{(bs)} * FW_{(st)} / FW_{(bs)}$$

$DW_{(st)}$  = Dry weight of sample tree

$DW_{(bs)}$  = Dry weight of biomass sample dried in the laboratory

$FW_{(st)}$  = Fresh weight of sample tree

$FW_{(bs)}$  = Fresh weight of biomass sample dried in the laboratory

Peso fresco en campo

Peso seco en laboratorio  
Por fracciones

$$DW_{(sts)} = a_0 * DBH_{(sts)}^{a_1}$$

$DW_{(sts)}$  = Dry weight of sample tree (= biomass)

$a_0$  &  $a_1$  = Coefficients of the regression function

$DBH_{(sts)}$  = Diameter at breast height of sample tree

$$BM = BM_{(sp)} / A_{(sp)}$$

$BM$  = Biomass/Area (kg/ha)

$BM_{(sp)}$  = Biomass of the trees of the sample plot (kg)

$A_{(sp)}$  = Area of the sample plot (ha)

Establecimiento de  
ecuaciones alométricas

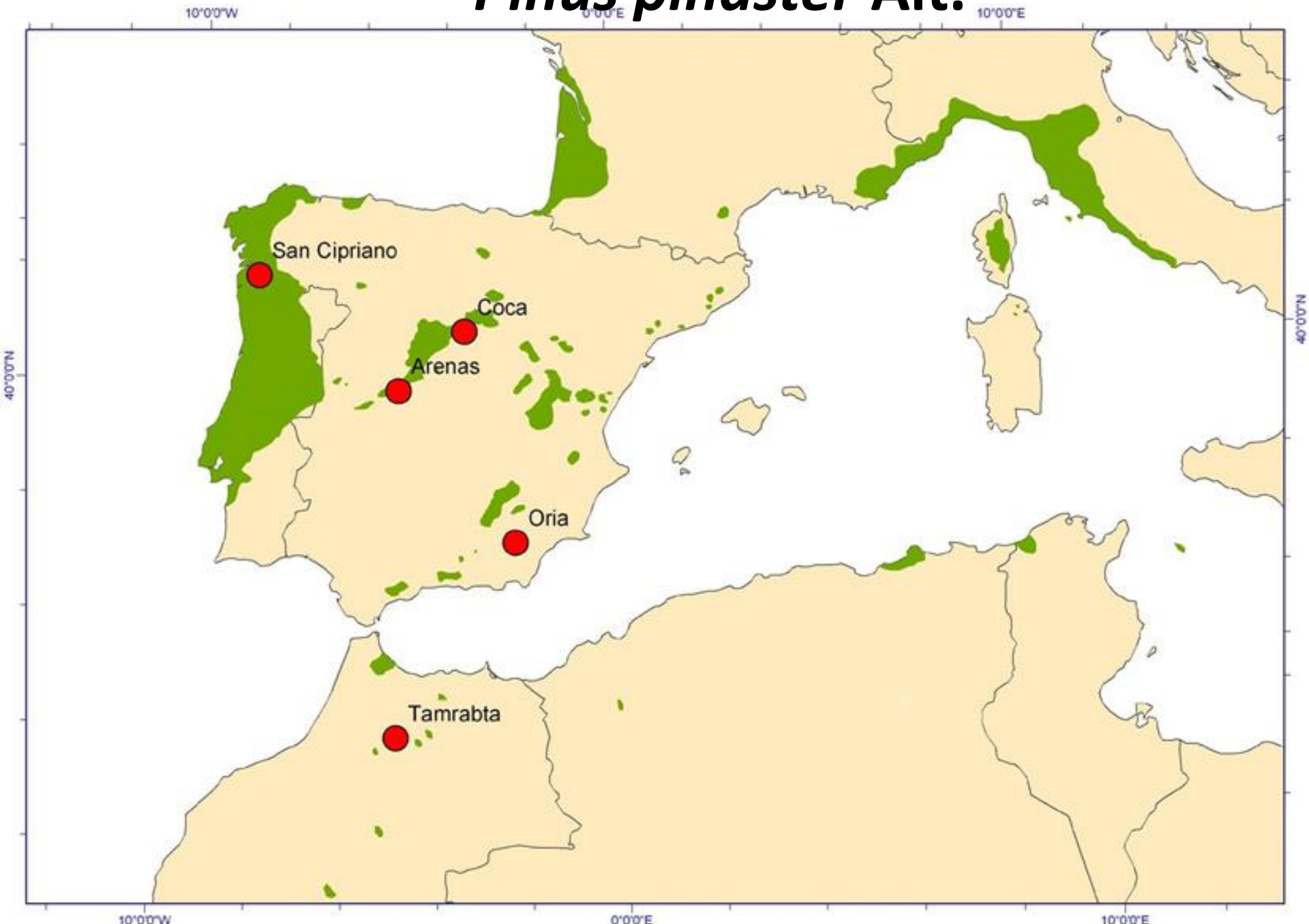
Relaciones espaciales



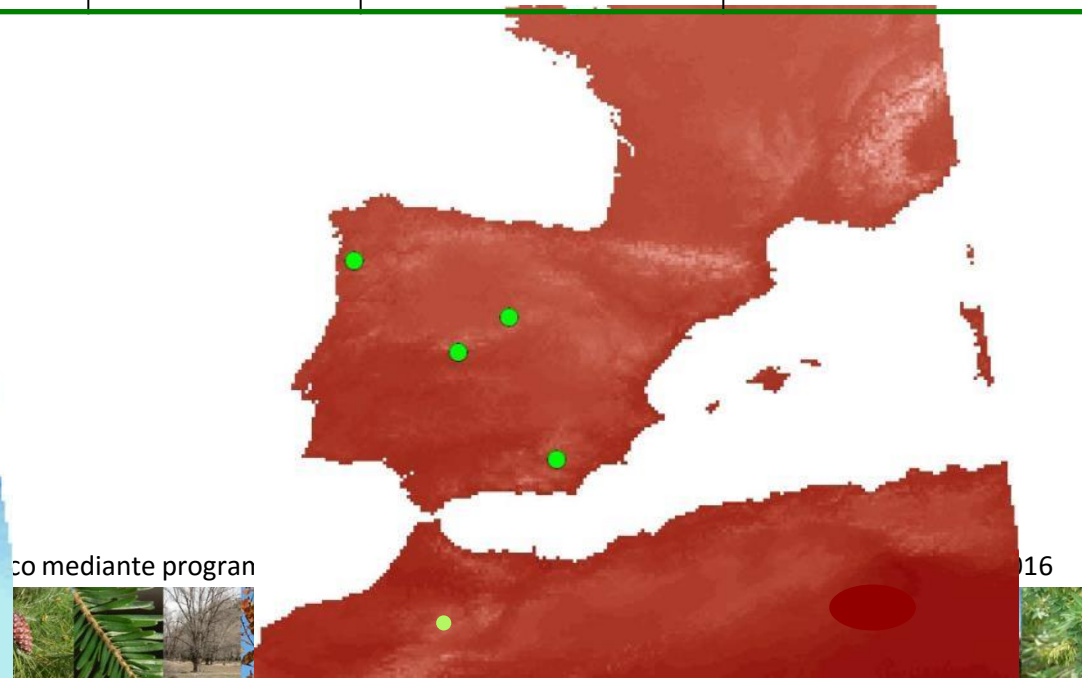
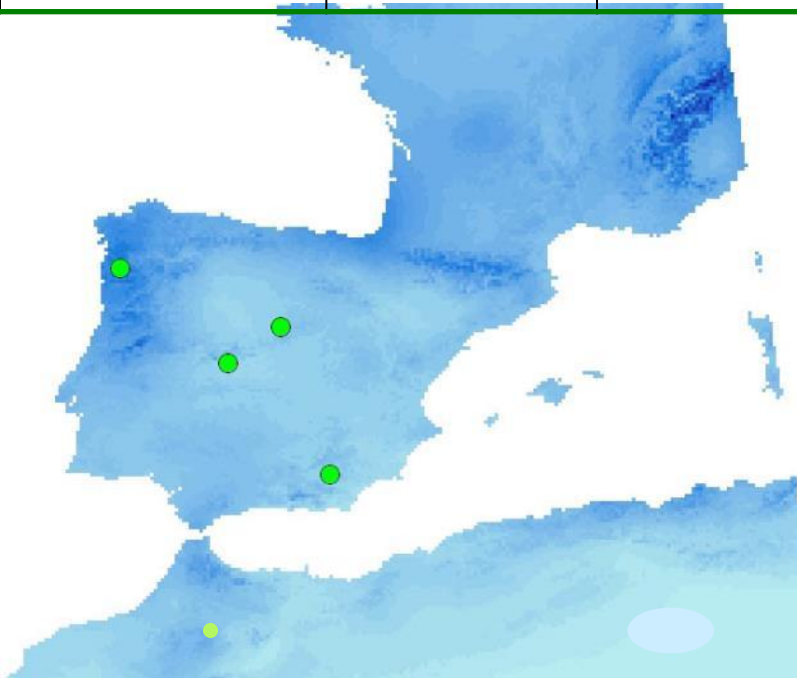
# Fenotipo integrado



# *Pinus pinaster* Ait.



|                 | <b>Arenas</b>  | <b>Coca</b>    | <b>Oria</b>    | <b>Tamrabta</b> | <b>S.Cipriano</b> |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| <b>Lat (N)</b>  | <b>40° 30'</b> | <b>41° 14'</b> | <b>37° 30'</b> | <b>33° 20'</b>  | <b>42° 7'</b>     |
| <b>Long (W)</b> | <b>4° 24'</b>  | <b>3° 30'</b>  | <b>2° 20'</b>  | <b>5°</b>       | <b>8° 22'</b>     |
| <b>Elev (m)</b> | <b>1000</b>    | <b>810</b>     | <b>1300</b>    | <b>1750</b>     | <b>364</b>        |
| <b>P (mm)</b>   | <b>692</b>     | <b>434</b>     | <b>351.5</b>   | <b>850</b>      | <b>1334</b>       |
| <b>T (°C)</b>   | <b>14.6</b>    | <b>12.02</b>   | <b>14.4</b>    | <b>20.5</b>     | <b>12.4</b>       |
| <b>TM (°C)</b>  | <b>34.2</b>    | <b>31.01</b>   | <b>30.0</b>    | <b>29.1</b>     | <b>25.9</b>       |
| <b>Tm (°C)</b>  | <b>0.28</b>    | <b>-2.3</b>    | <b>3.0</b>     | <b>1.2</b>      | <b>1.85</b>       |



co mediante program

16



# Traits

- i) Soil-to-leaf hydraulic conductance
- ii) Biomass allocation
- iii) WUE (Water use efficiency)
- iv) rooting system architecture and topology
- v) Xylem anatomy

Height and diameter



# Some 'surprising' results: variation exists!

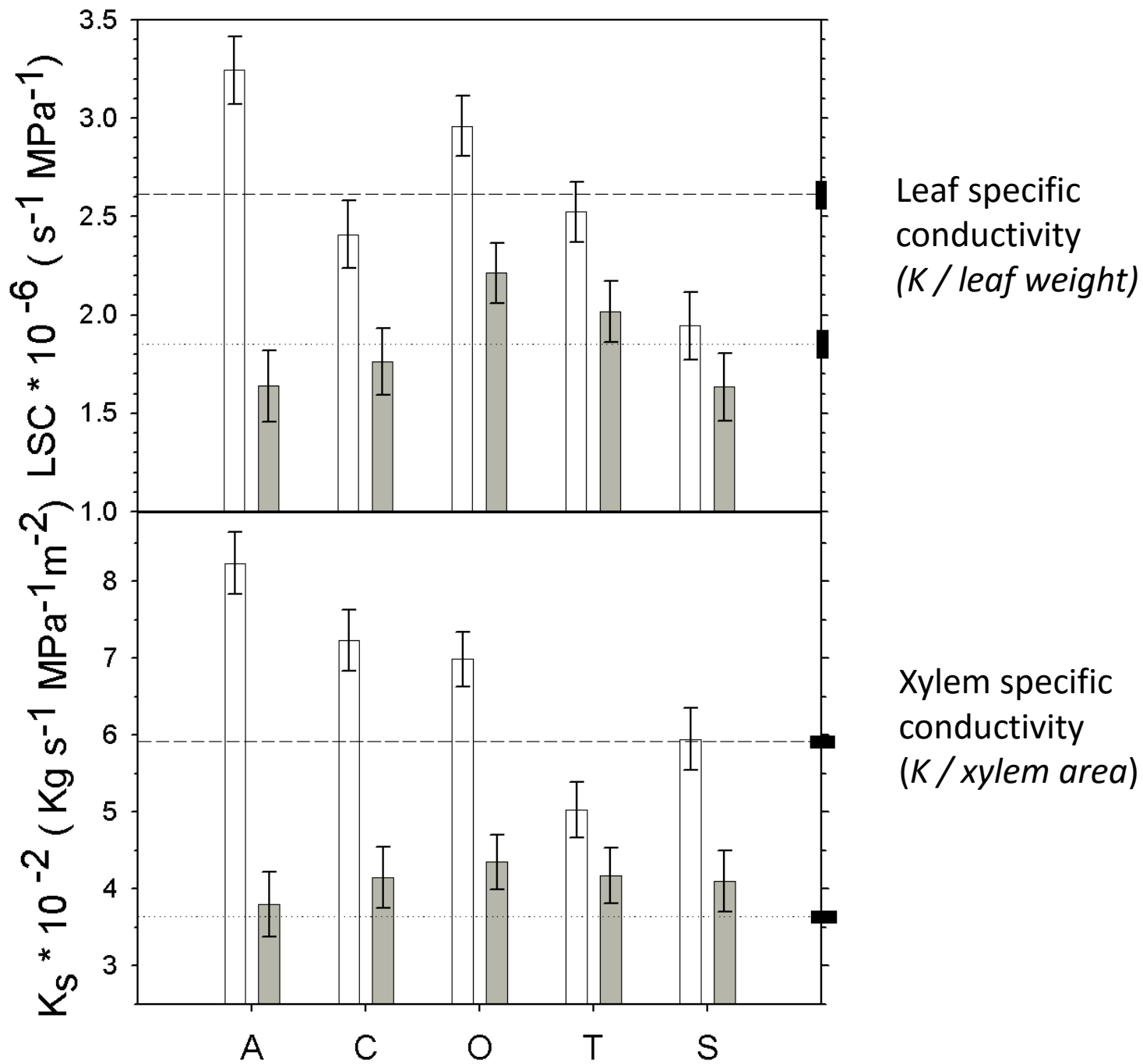
## Anova summary

|     | Conductivity |     |     |     | 13  | H   | D   | Allocation |     |     |     |     |     |     | Rooting S |     |     |     |     |
|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|
| S   | ***          | *** |     |     | **  |     |     |            |     |     |     |     |     |     | ***       | *** | *** | *** | *** |
| P   | ***          | *** | *** | *** | *** | *** | *** | ***        | *** | *** | *** | *** | *** | *** | ***       | *** | *** | *** | *** |
| PxS | ***          | *** |     | *** | *** |     |     |            |     |     |     |     |     |     |           | *   |     | **  |     |
| F   | ***          | *** | *** | *** | *** | *** | *** | ***        | *** | *** | *** | *** | *** | *** | ***       | *** | *** | *** | *** |
| FxS | ***          | **  |     |     | *** | *** | **  |            |     |     |     | *   |     | **  | **        | **  | **  | **  |     |

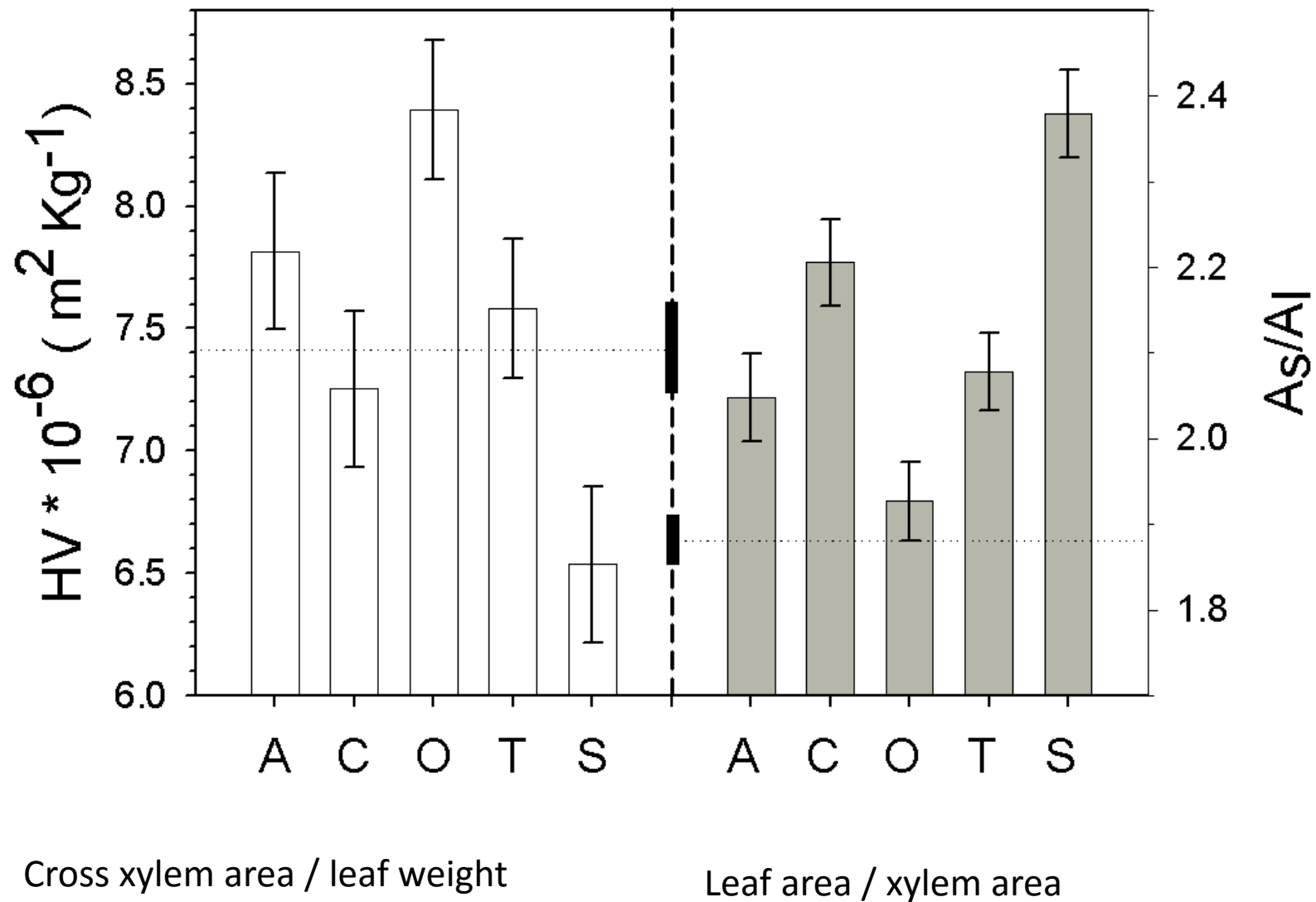
## Wood Anatomy

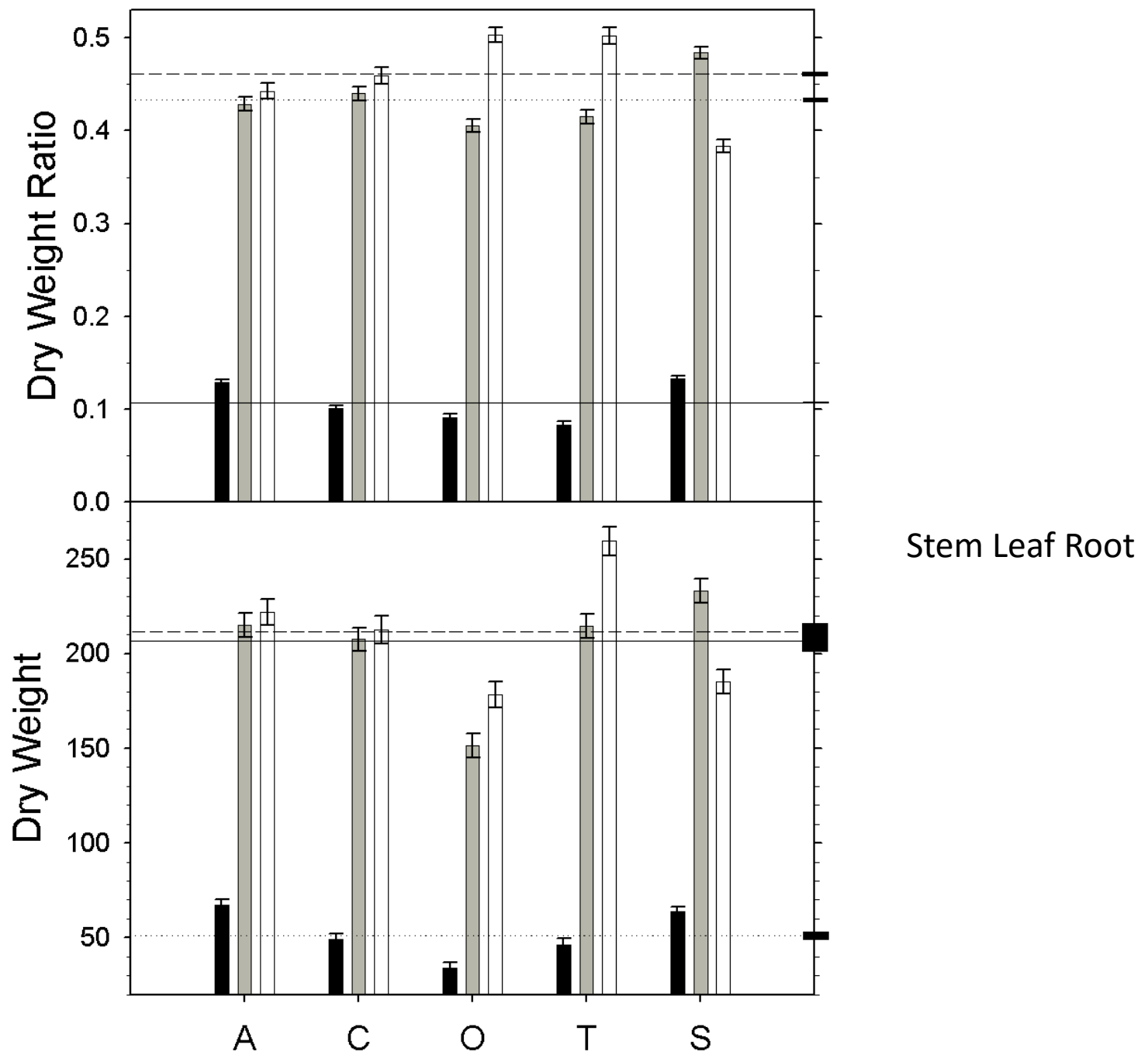
|   | L   | W  |
|---|-----|----|
| F | *** | ** |



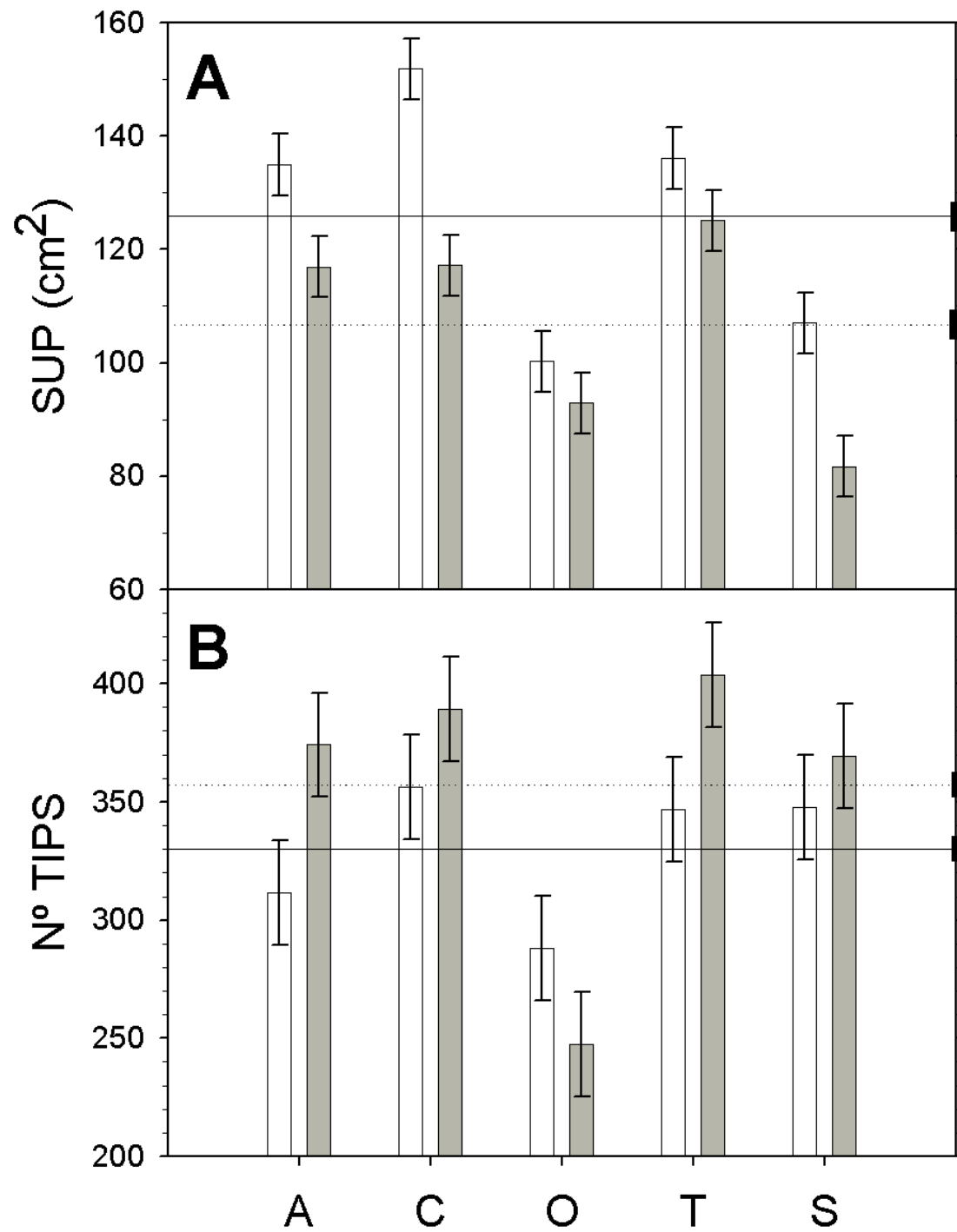


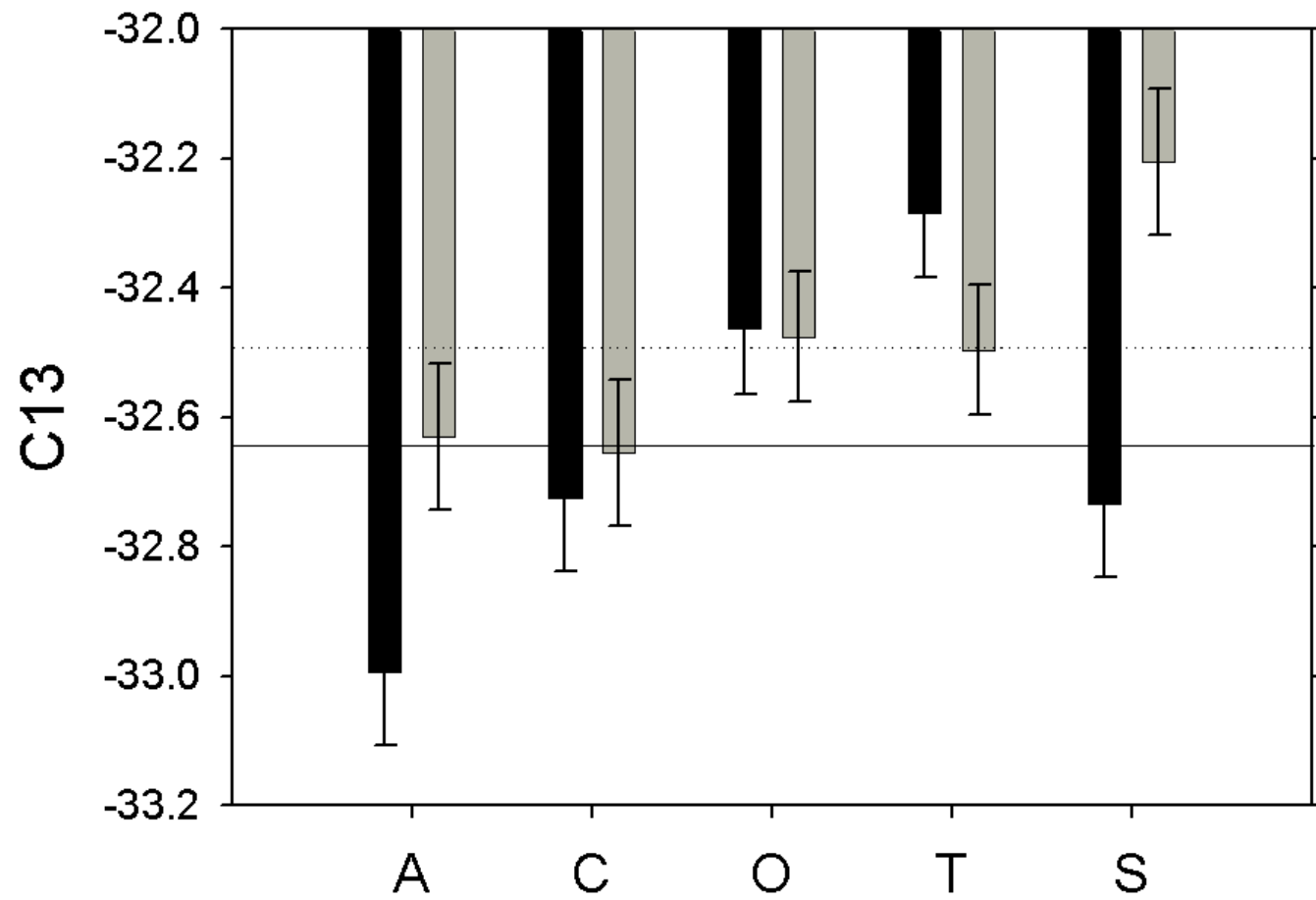


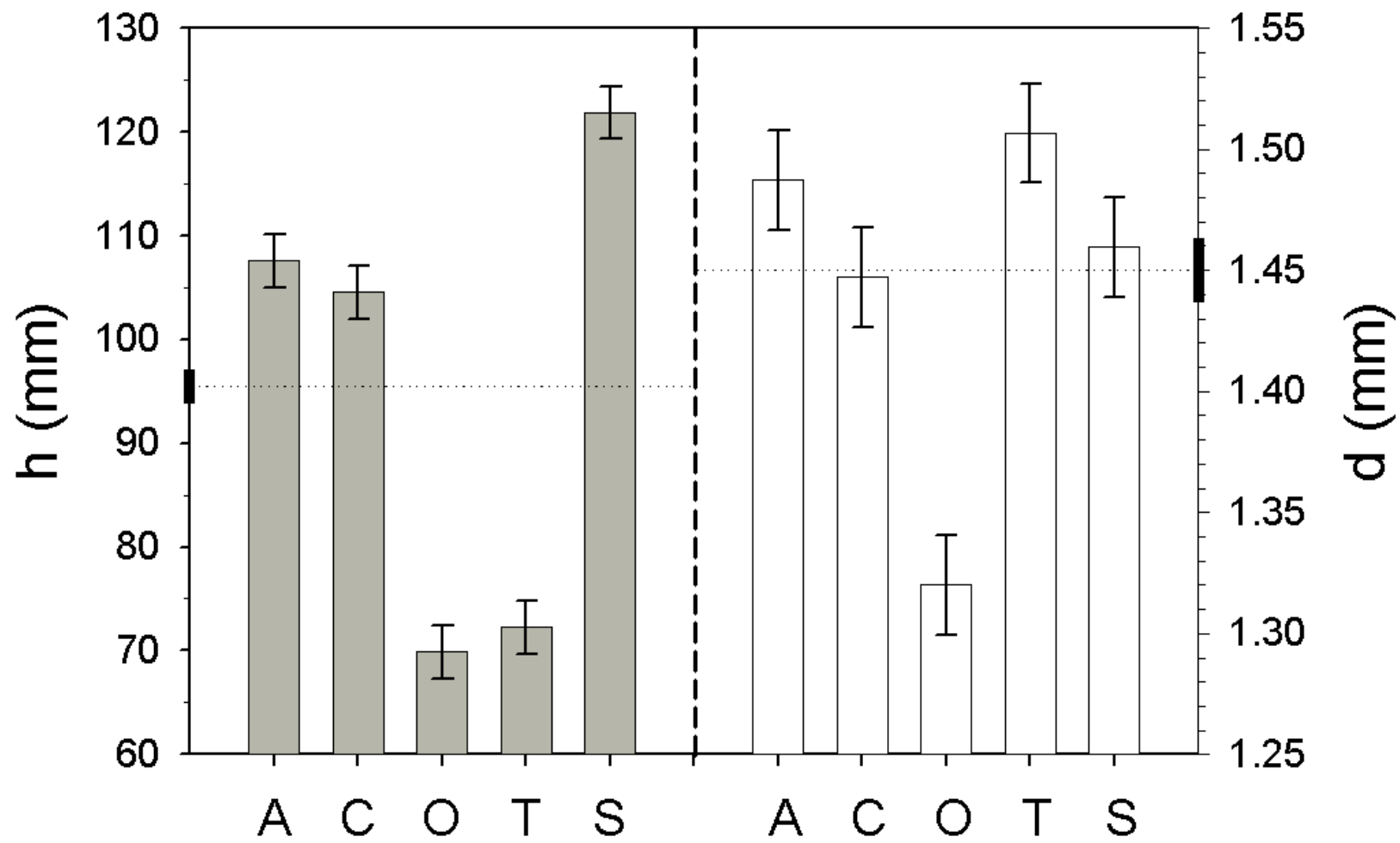




Rooting system







# Plasticidad frente a sequía (fisiología, morfología, WUE)

*Pinus pinaster*, E. procedencias/progenies en condiciones controladas

