

Genetic quality of forest reproductive materials in land restoration programs



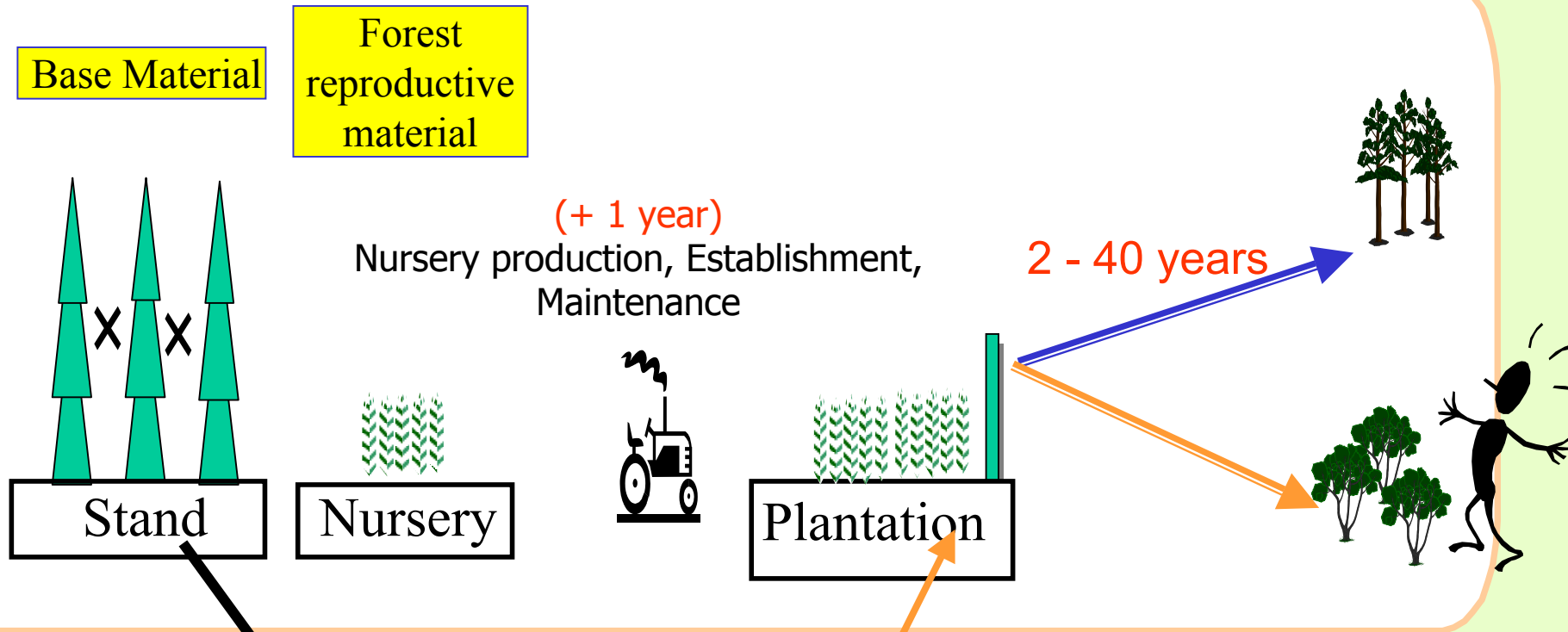
Ricardo Alía Miranda

Centro de Investigación Forestal
INIA

Outline

- Origin and Regions of provenance
- Genetic basis of breeding (and *conservation*)
- Characteristics of base materials and forest reproductive materials
- Use (*transfer rules*) of forest reproductive material

Use of forest reproductive material in restoration programs



External quality + *Genetic quality*

Which characteristics would fulfill the future plantations derived from the restoration program?

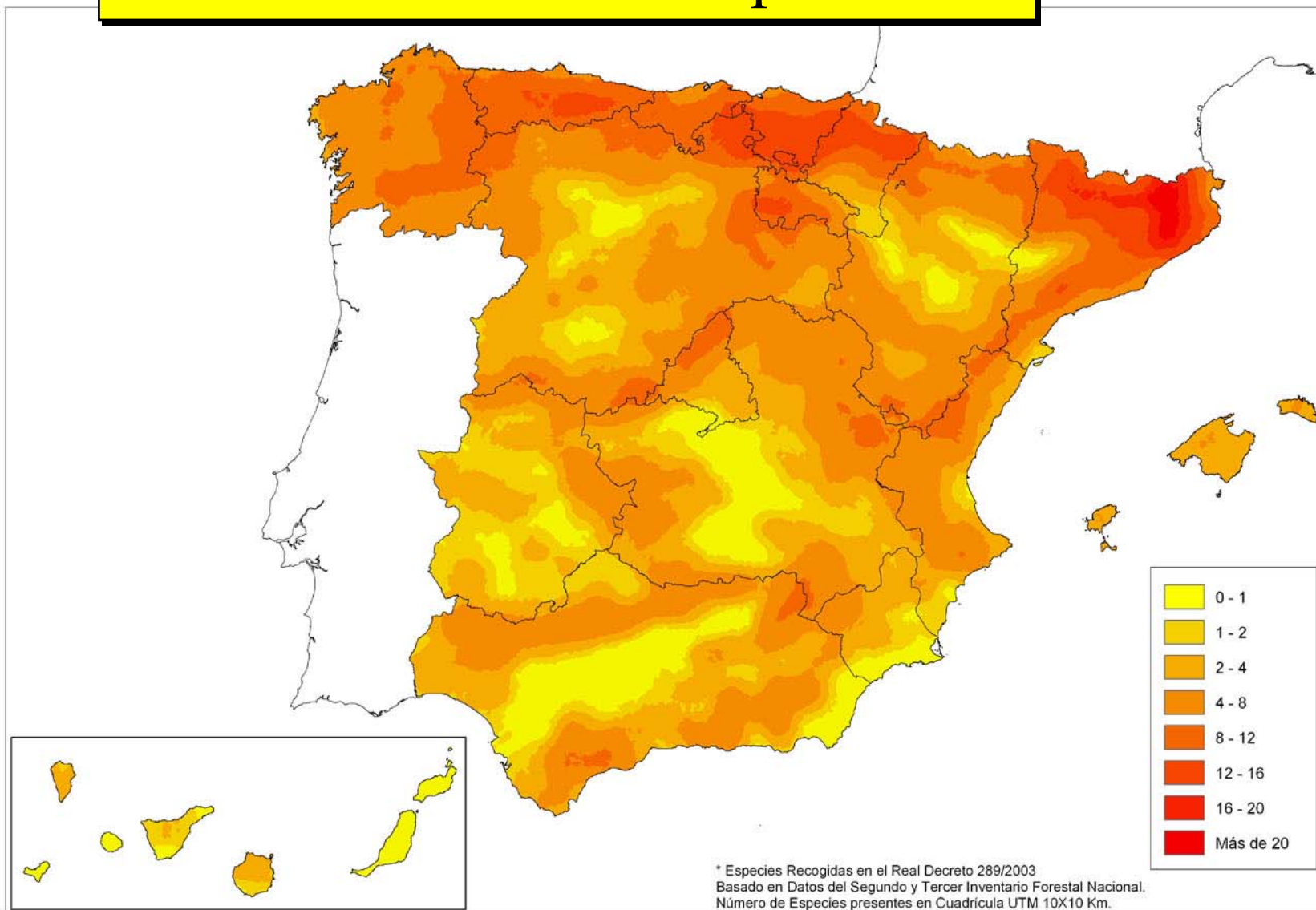
Which traits (and at what extent) are genetically controlled?



Introduction

Do forest species display genetic differences among populations, individuals or clones?

Richness of forest species



Population (provenance) variation in common garden experiments (*Pinus pinaster*. Central Spain)

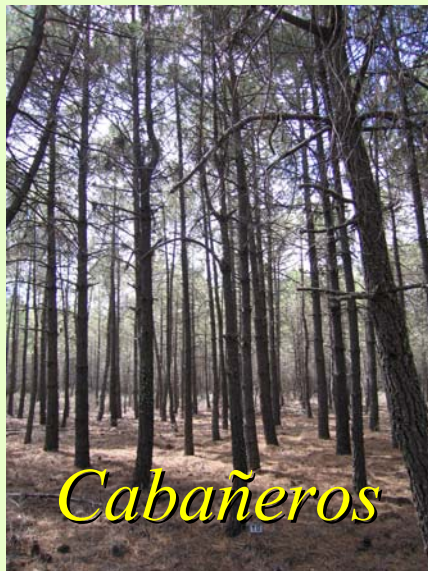
Coca
Spain



Tamjout
Morocco

Leiria
Portugal



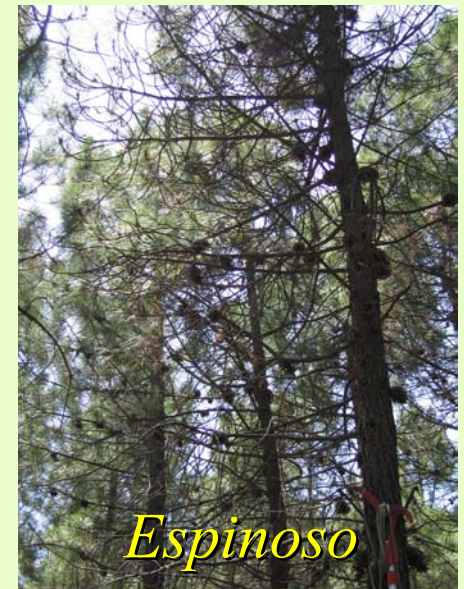


Cabañeros

Boniches

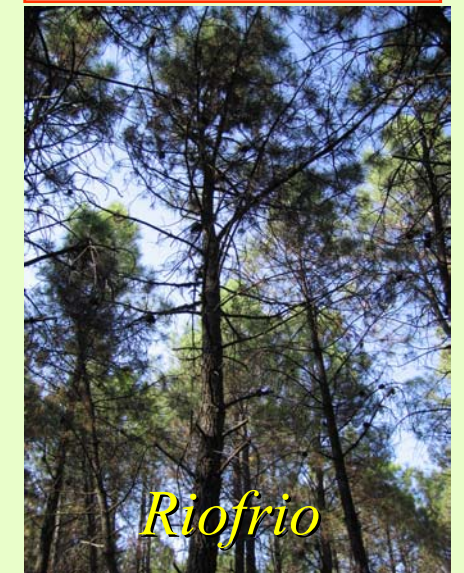


Espinoso

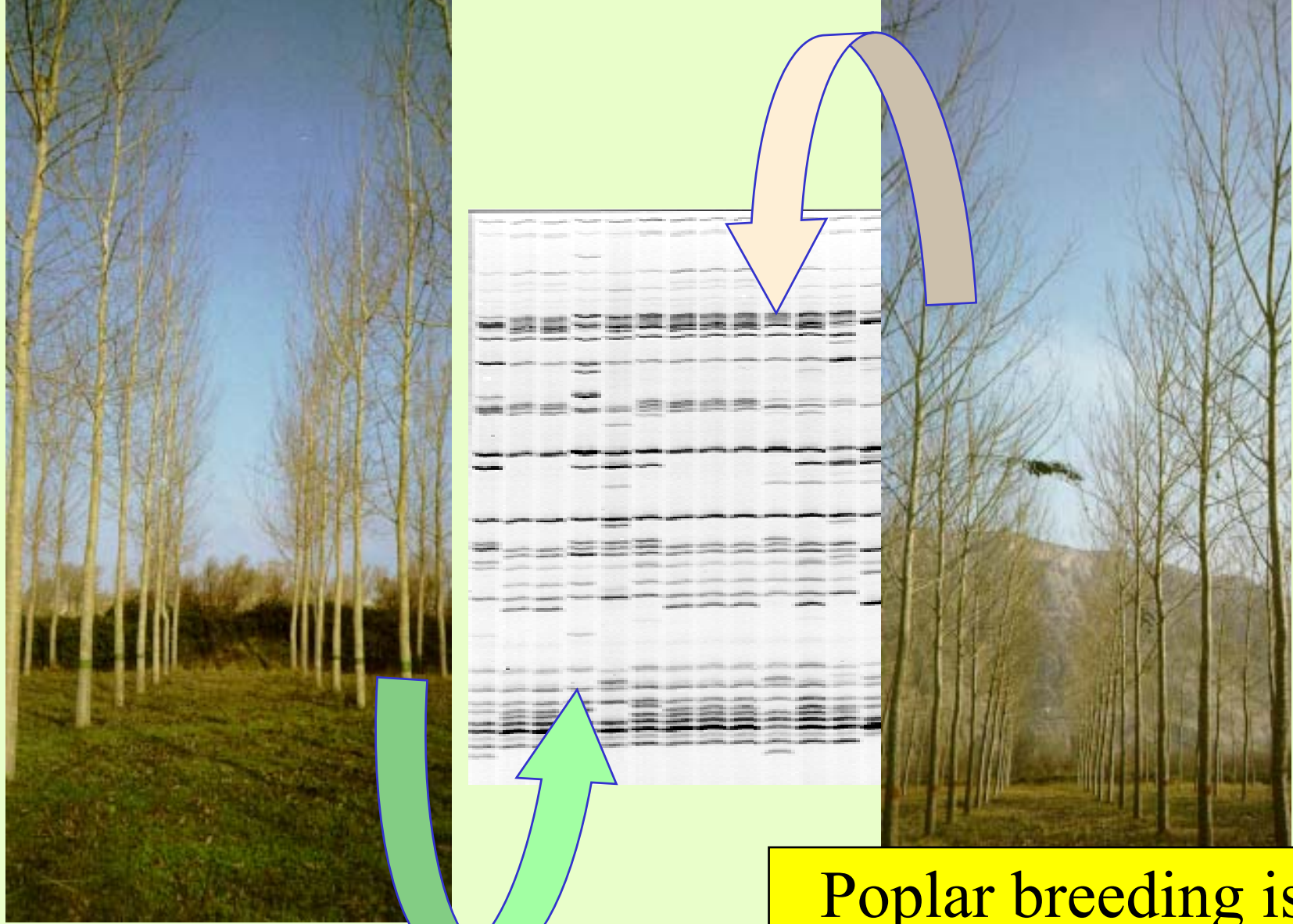


Espinoso

Tabuyo



Riofrio



Poplar breeding is based in clone selection strategies

Land Restoration Programs.

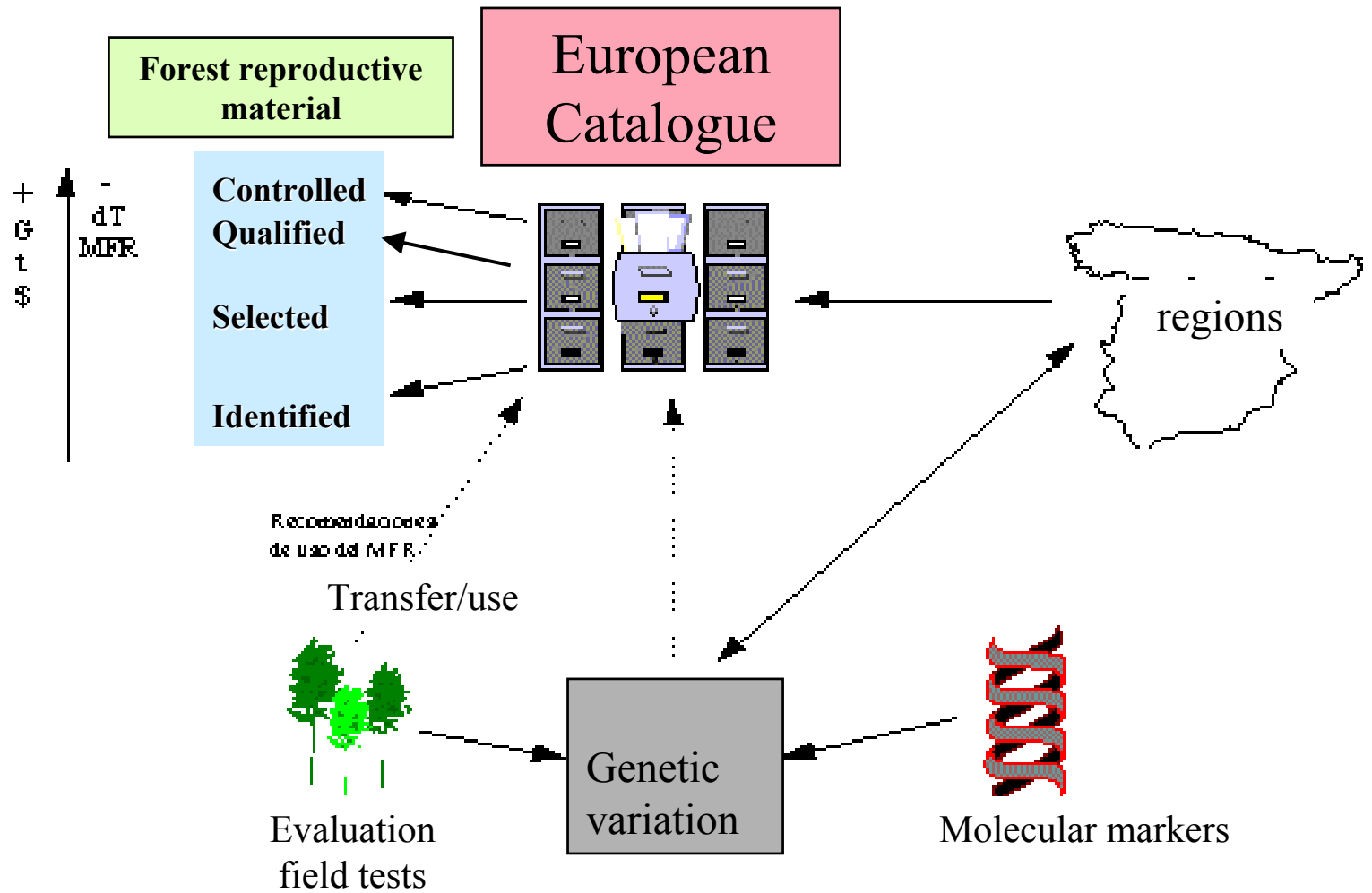
Introduction

Do forest species display genetic differences among populations, individuals or clones?

Why is necessary a regulation on commercialization of forest seeds and plants?

What are the genetic basis of such regulation?

- Origin of material
- Genetic variability /diversity
- Genetic parameters
- Selection, breeding, etc.



Theoretical Basis

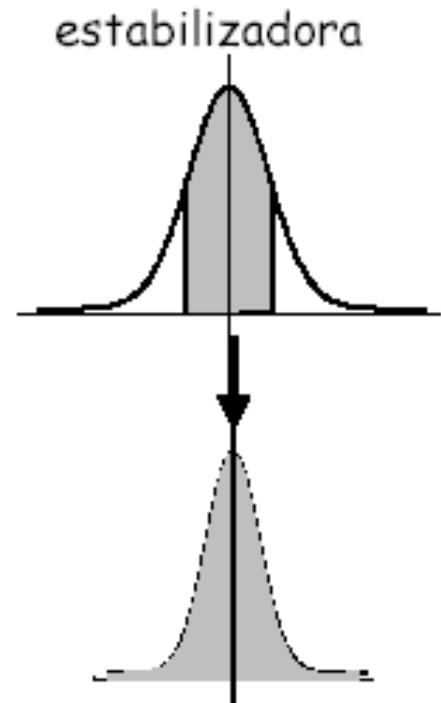
- Origin
- Genetic diversity / variability
- Genetic parameters
- Evaluation and selection
- Genetic gain
- Identification and characterization
- Transfer rules


$$G = i * h^2 * \sigma_P \text{ ????$$

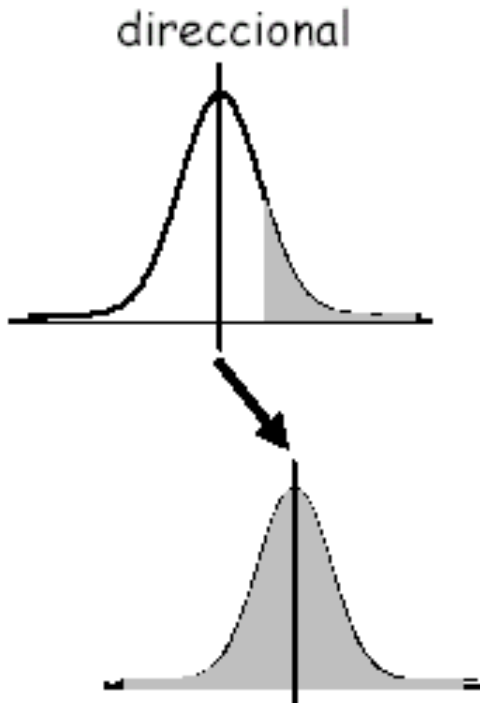
Natural selection: Darwin's four basic postulates

- Individuals from a species are variable
- A part of such variation is transmitted to the offspring
- In each generation more offspring are generated than can survive
- Survival and reproduction of the individuals is not at random: those who survive or have a higher mating success are those with the variation more favorable
They are naturally selected

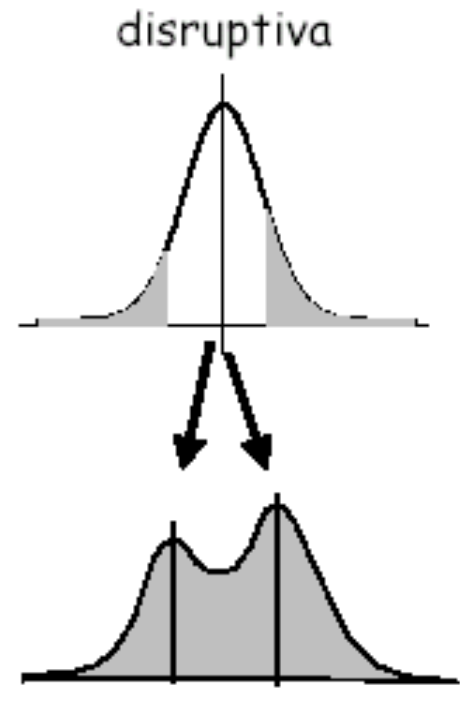
Tres tipos de selección natural



Más frecuente en poblaciones estacionarias o bajo condiciones ambientales estables. La media de la población no varía



Muy importante en poblaciones que migran en un gradiente ambiental. Determinados alelos se verán favorecidos en la siguiente generación.



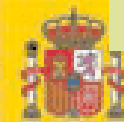
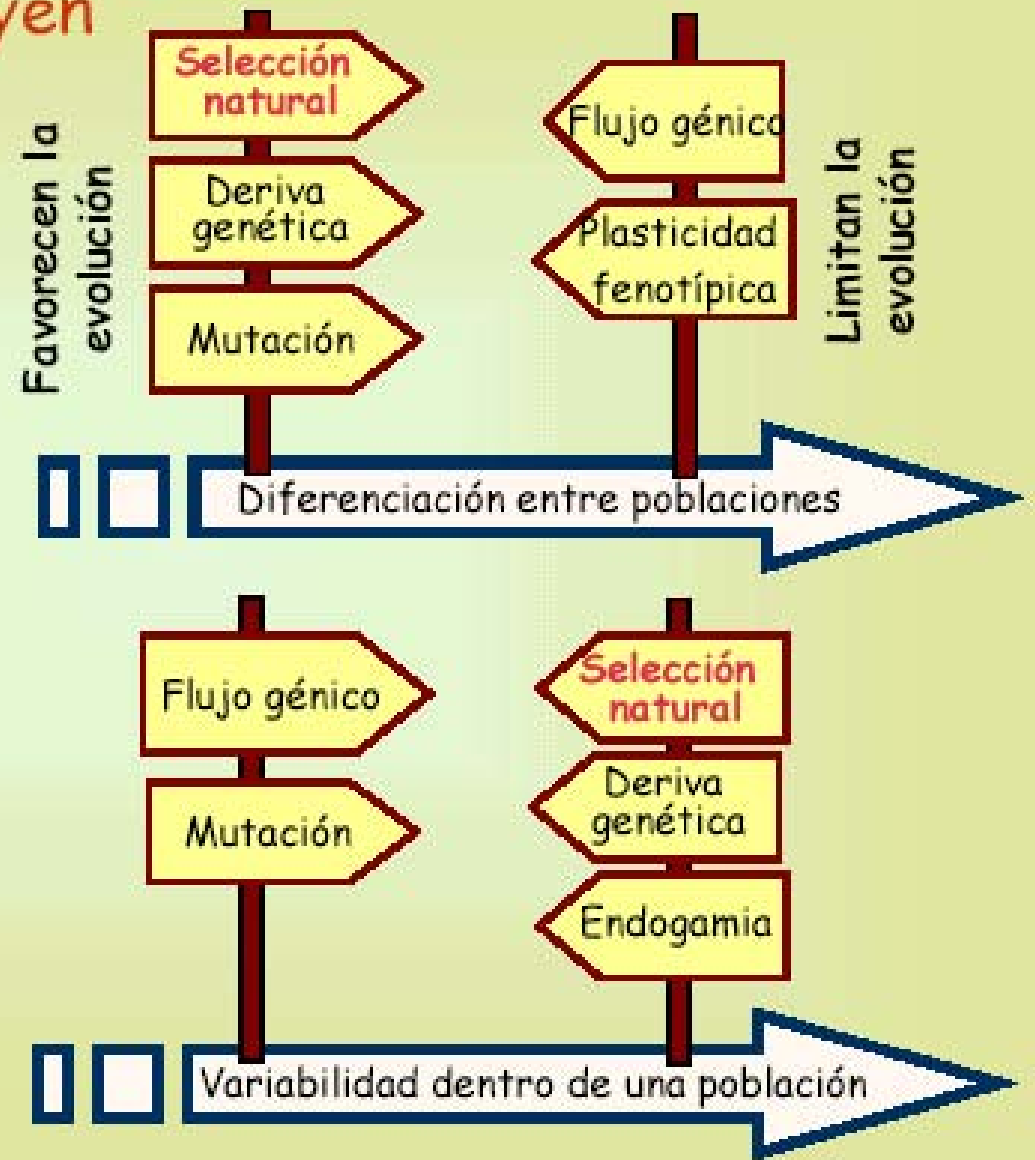
La mayor eficacia de los individuos con caracteres extremos conduce a poblaciones "bimodales".

Factores que influyen en la evolución

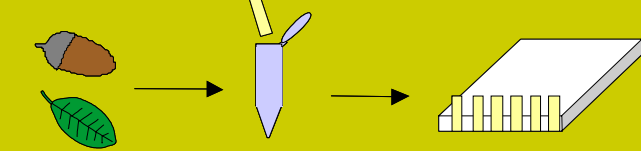
Los mismos factores genéticos afectan de diferente forma a la evolución, entendida como diferenciación entre poblaciones, y a la variabilidad dentro de una población.

En este último caso, los patrones de cruzamiento son esenciales.

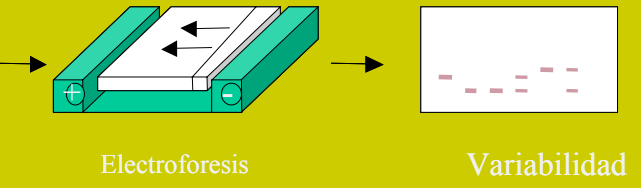
Adaptación y selección natural



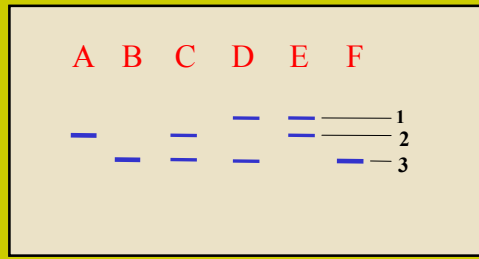
Molecular markers



Material vegetal → Extracto proteico → Gel de almidón



Electroforesis → Variabilidad



- Direct estimation of genetic diversity
- Usually related to non-selective traits

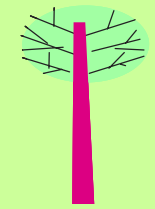
Freq (1) = 2/12 = 0.17
 Freq (2) = 4/12 = 0.33

Common garden experiments



D	A	B	C
B	C	D	A
A	B	C	D
C	D	A	B

- Indirect estimation of genetic variation
- Usually related to selective or productive traits



$$F = G + A$$

$$\sigma^2_F = \sigma^2_G + \sigma^2_A$$



Regions of provenance

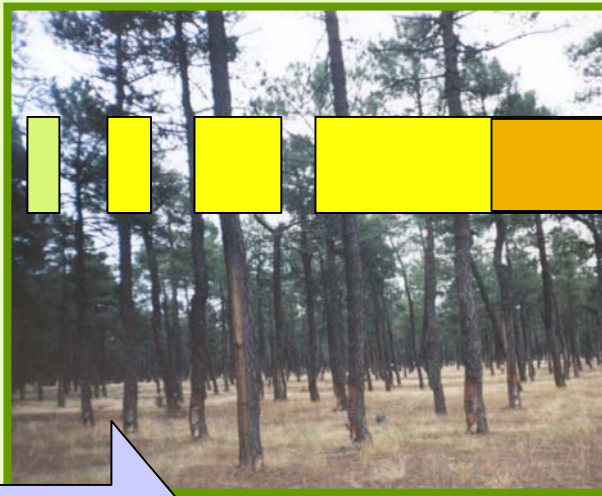
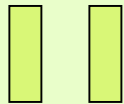
Definition

“for a species or subspecies is a territory with uniform ecological conditions in which are located seed sources or stands with analogous phenotypic or genetic characteristics”

Characteristics

- Seedlots from the same region can be mixed
- Are useful for seed transfer and utilization

Origin	Provenance	
Base Material	Base Material	Reproductive material
Site A	Site A	Autochthonous (origin = provenance)
Site B	Site A	Non Autochthonous (origin \neq provenance) known origin (origin = B)
?	Site A	Non Autochthonous (origin \neq provenance) unknown origin



Regeneration / Planting

Collection of seeds => Plants

Land Restoration Programs. Zaragoza

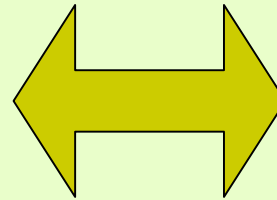
Genetic considerations in delineation of regions of provenance

- ⇐ Different factors affect differentiation among populations (*migration, selection, etc.*)
- ⇐ Adaptations in populations are important, and related to ecological (climatic) conditions of the populations
- ⇐ Close Populations are (usually) more genetically similar than distant populations with similar ecological conditions.
- ⇐ Natural stands and plantations may have different genetic structure


Causes of genetic variation among populations

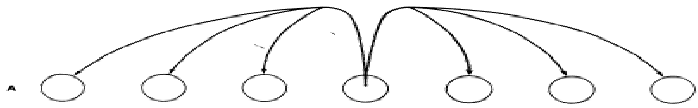
Selection
Migration
Genetic drift
Mutation

Phenotypic plasticity
Gene Flow



Climate
Soil
Competition
Isolation

 **Island Model (Wright).** The population is subdivided in subpopulations relatively isolated. One individual can migrate to the different subdivisions. Is the model more generally used.



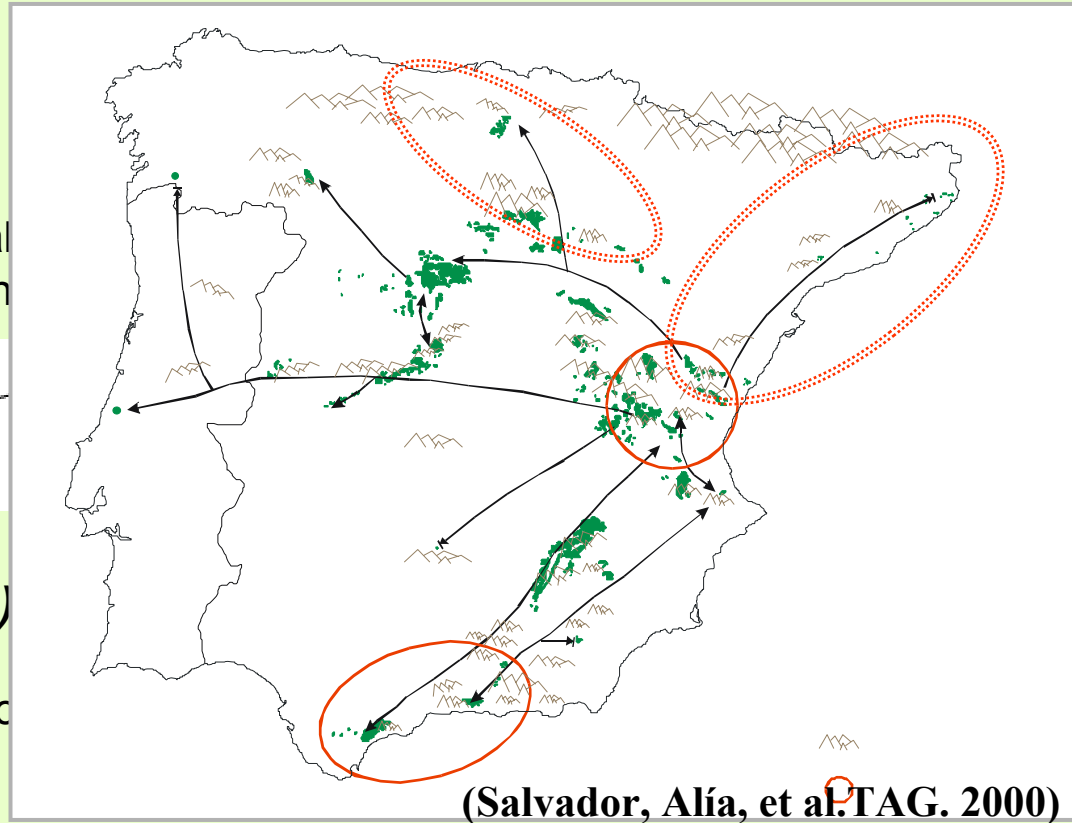
• **Stepping-stone Model.** An individual only can migrate to the closest subdivision



• **Isolation by distance Model (IDB)**
No subdivisions. The differentiation is produced by a lower probability of cross distant individuals.



Under this model: $F_{ST} \propto 1/(1 - F_{ST})$ y $\ln(\text{distance})$ (Rousset 2001)



Genetic variation of *Pinus sylvestris* L. from Spain

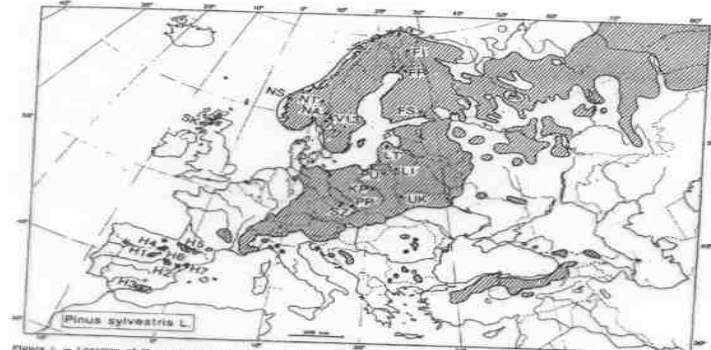
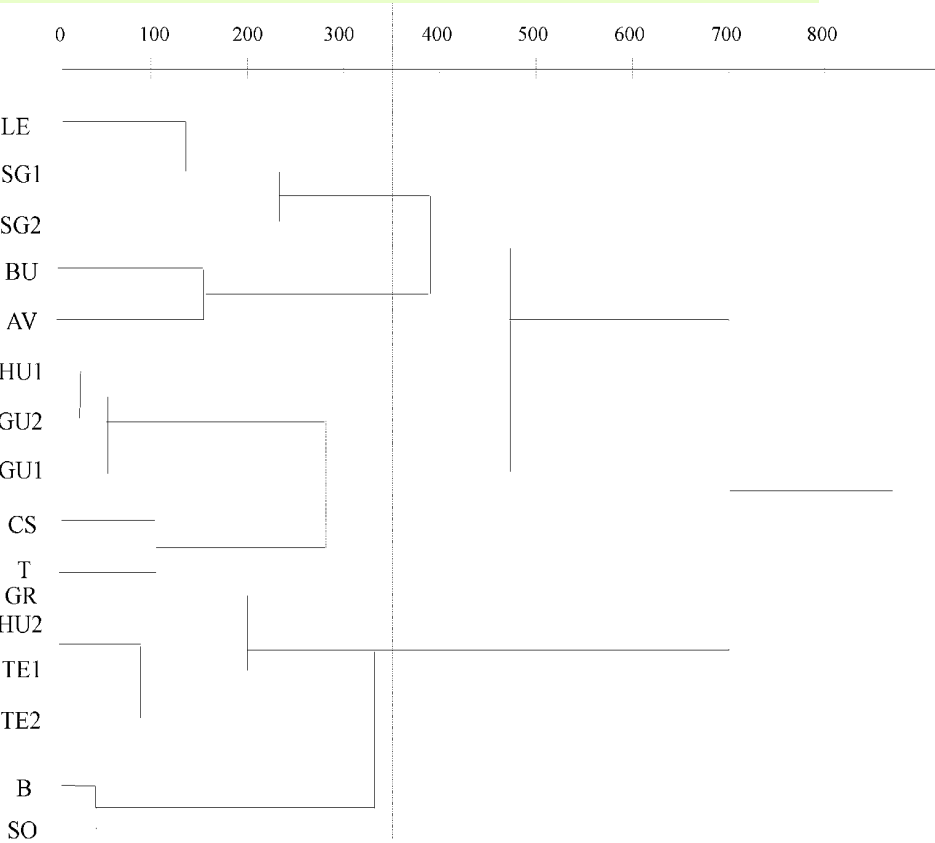
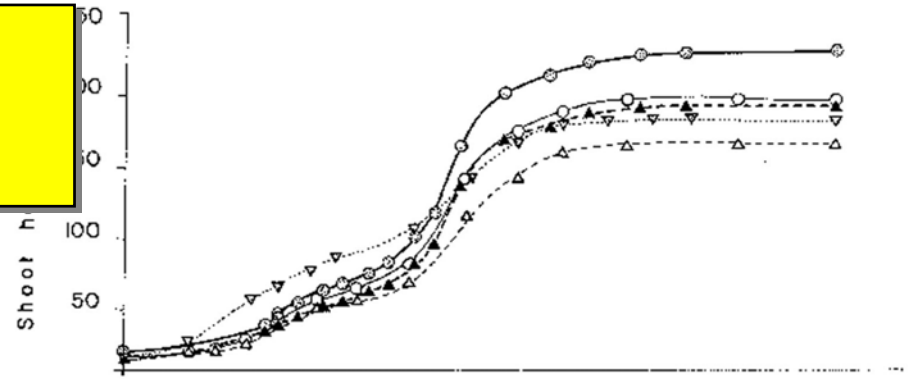
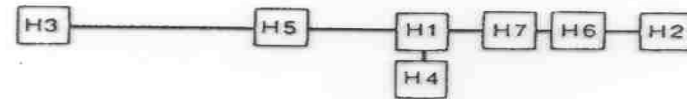
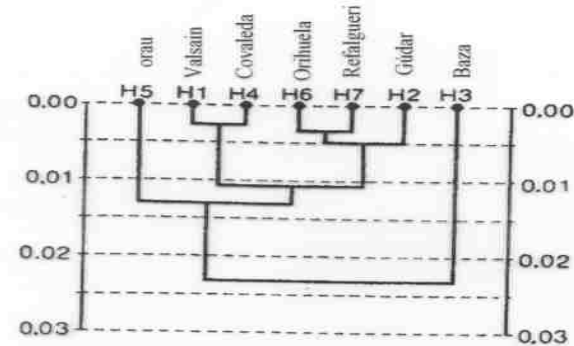


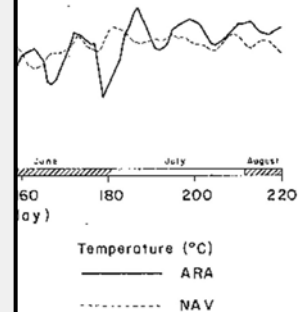
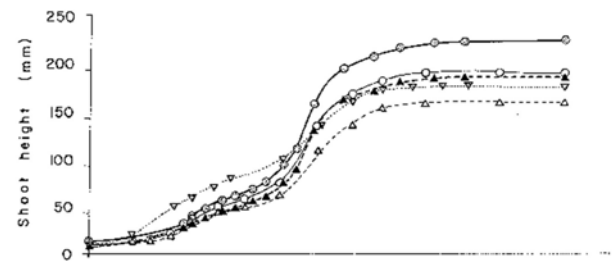
Figure 2. — Location of 20 populations of *Pinus sylvestris* from Spain, eastern and northern Europe used in this study. Change of the natural distribution area after Maus et al., 2002.



(Alía et al. Sil. Fenn. 2001)

Importance of genetic variation among regions

- High for traits such as:
 - budset
 - growth initiation and cessation
 - frost tolerance
 - drought tolerance
- Medium for form traits
- Variable for growth traits
- Variable for non-selective traits (related to migration, isolation, genetic drift, etc.)

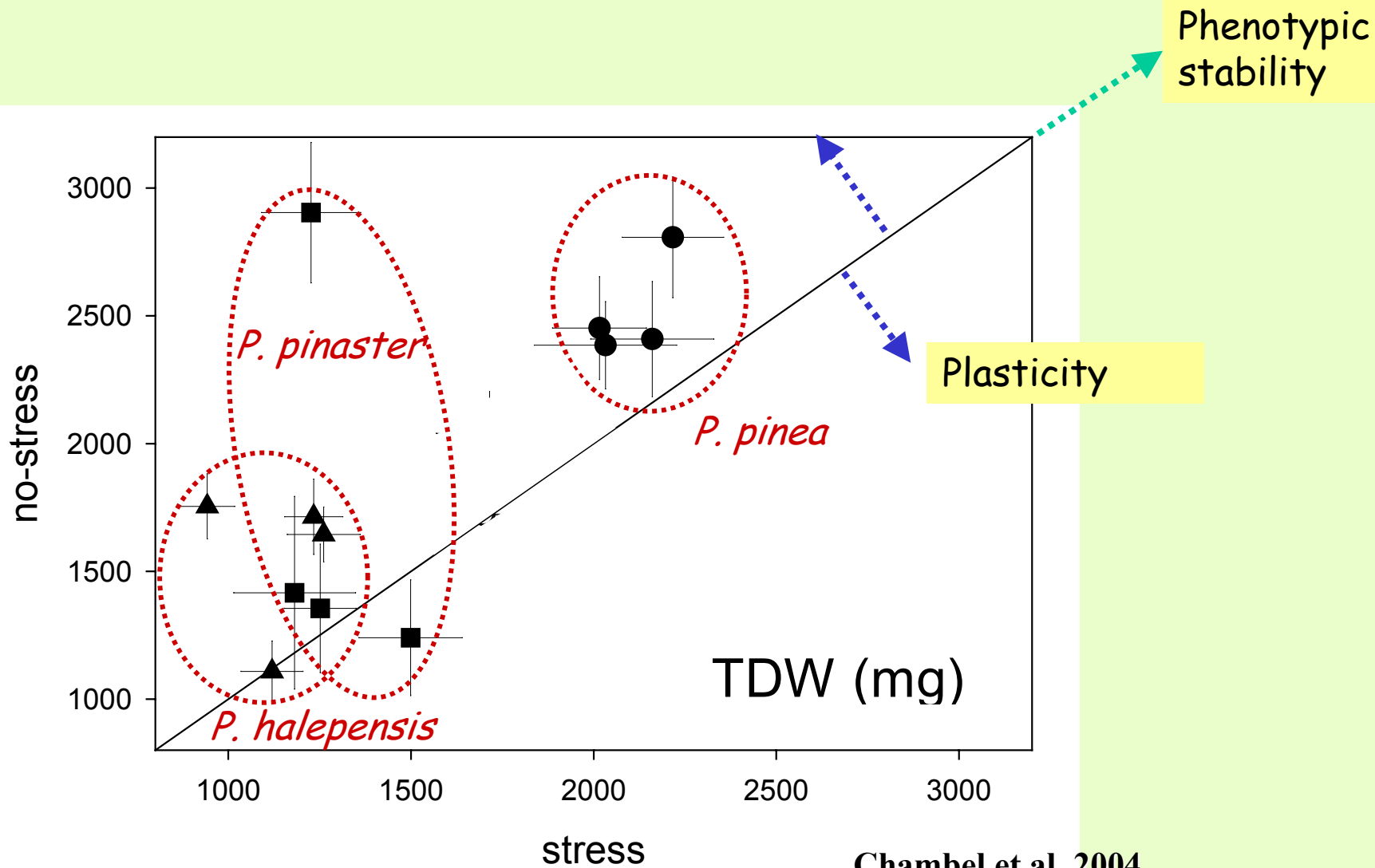


Genetic diversity of Pine species

	<i>P. pinea</i>	<i>P. halepensis</i>	<i>P. pinaster</i>	<i>P. sylvestris</i>
No. populations (24 ind./pop)	10	15	10	15
No. haplotypes	4	28	97	139
Effec. No. of haplotypes /pop.	1.2	3.5	13.5	16.1
Exclusive Haplotypes (%)	10%	5%	45.2%	55.3 %
Rst	3.8%	18%	8.1%	1.5%

Pinus pinaster, *P. halepensis*, and *P. pinea* presented distinct levels of differentiation and diversity.

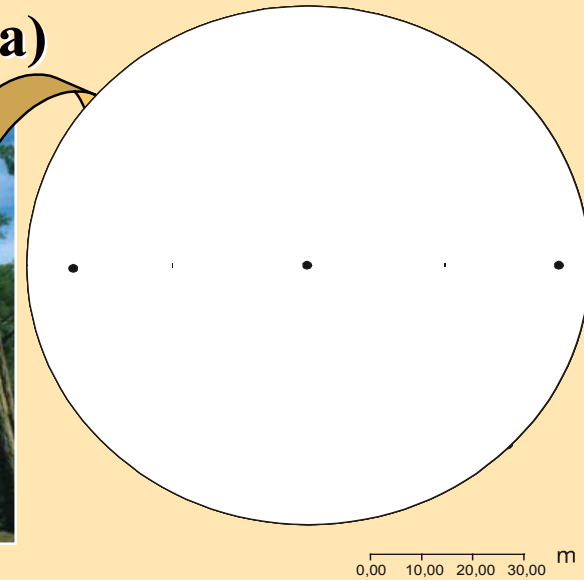
Phenotypic plasticity of populations under two contrasting environments (Pigliucci & Slichting 1996)



Chambel et al. 2004

Genetic drift / Gene flow

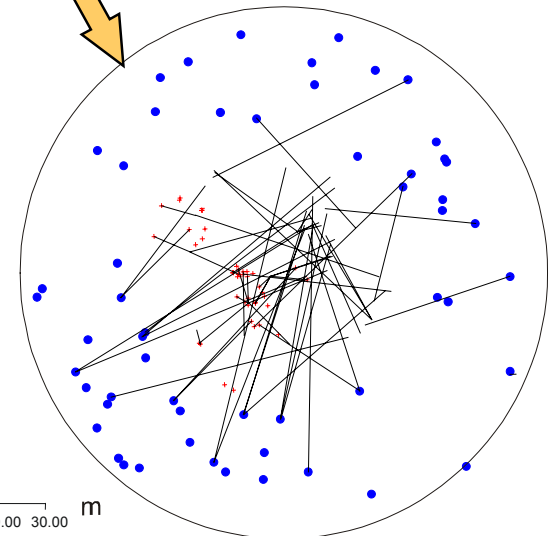
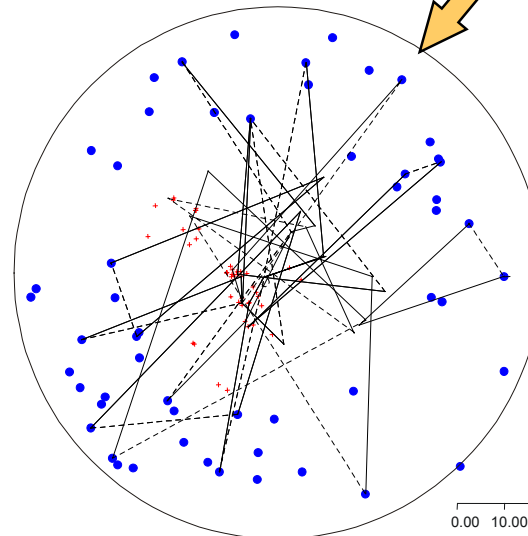
ISP situado en Coca (Segovia)



$p < 0.15$

Pair of parents

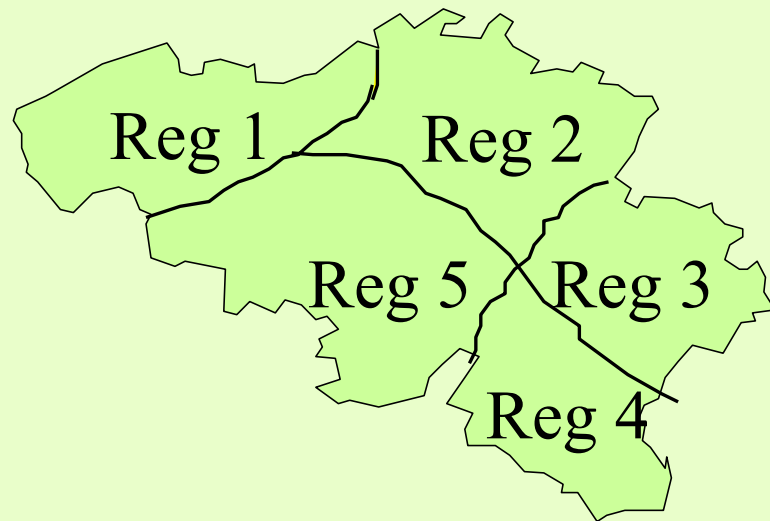
Individual parents



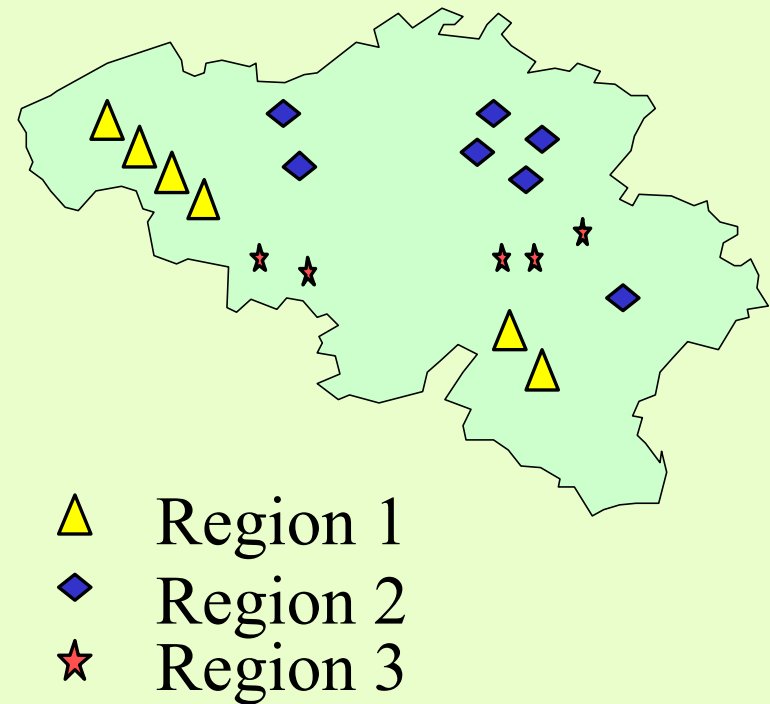
González-Martínez et al.
Heredity. 2002

Delineation Methods

(1) Divisive



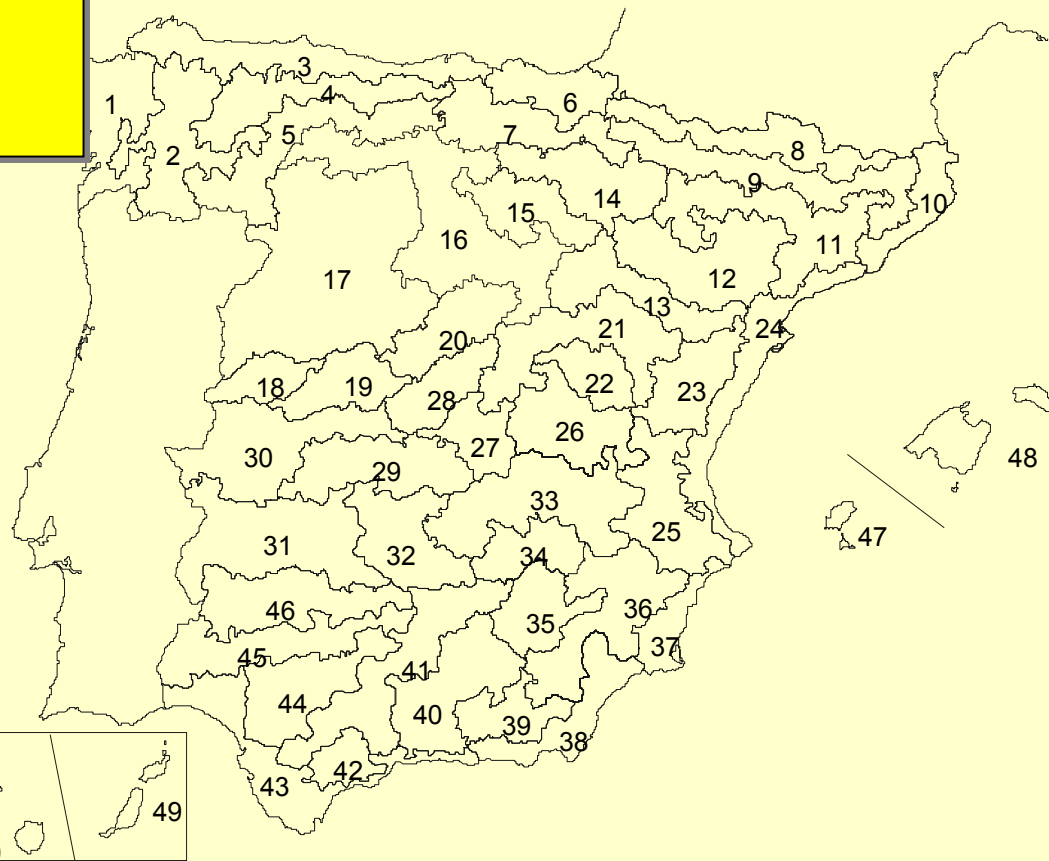
(2) Agglomerative



Regions of Provenance

Method 1: Divisive

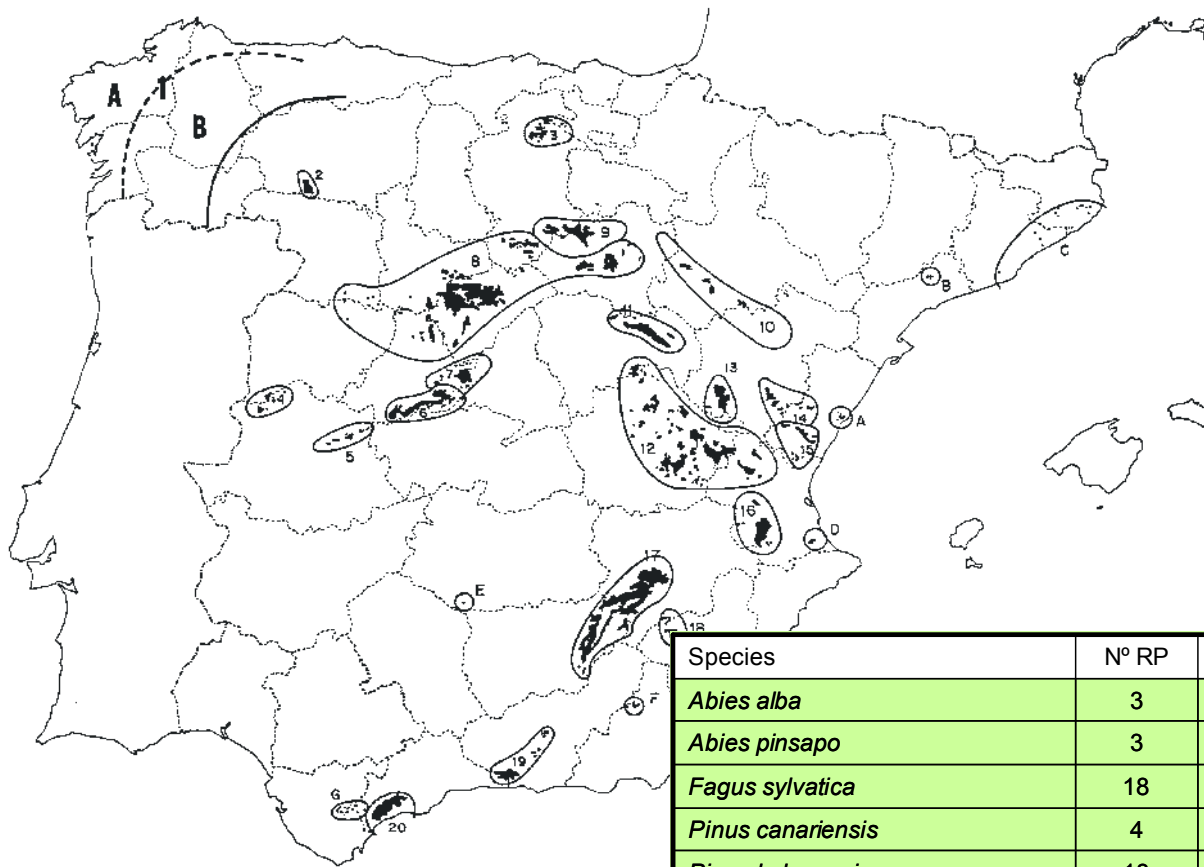
Acer platanoides, *Acer pseudoplatanus*, *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Betula pubescens*, *Castanea sativa*, *Fraxinus angustifolia*, *Fraxinus excelsior*, *Pinus radiata*, *Quercus humilis*, *Prunus avium*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos* (UE)



Escala 1: 6.000.000

DGCONA / CIFOR-INIA / ETSIM

Arbutus canariensis, *Arbutus unedo*, *Ilex aquifolium*, *Juglans spp*, *Juniperus communis*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Juniperus thurifera*, *Olea europaea*, *Phoenix canariensis*, *Pistacia atlantica*, *Quercus canariensis*, *Quercus coccifera*, *Sorbus aria*, *Sorbus aucuparia*, *Tamarix gallica*, *Taxus baccata*, *Tetraclinis articulata*, *Ulmus minor*, *Ulmus glabra* (SPAIN)

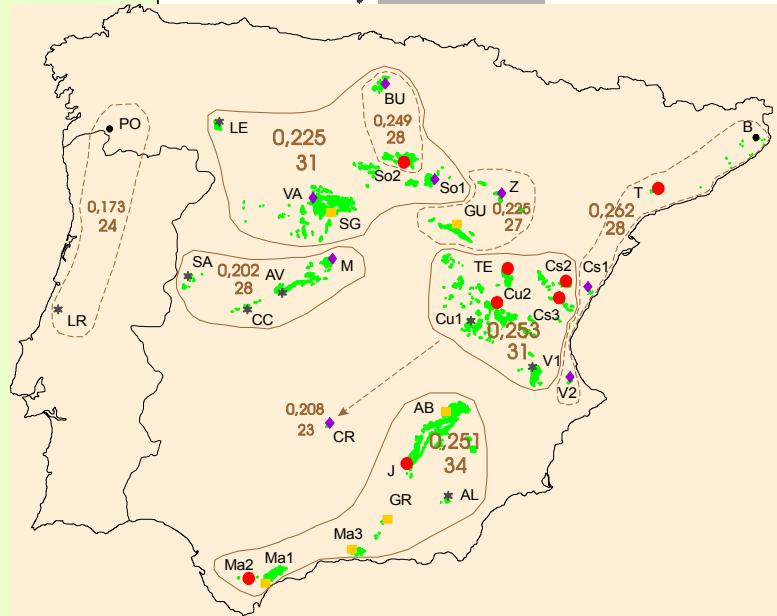
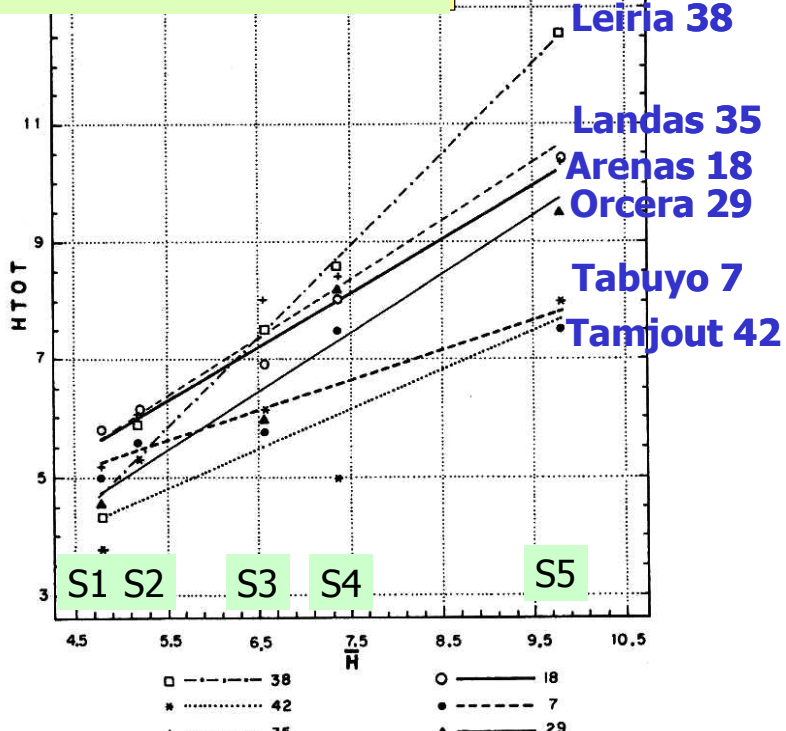
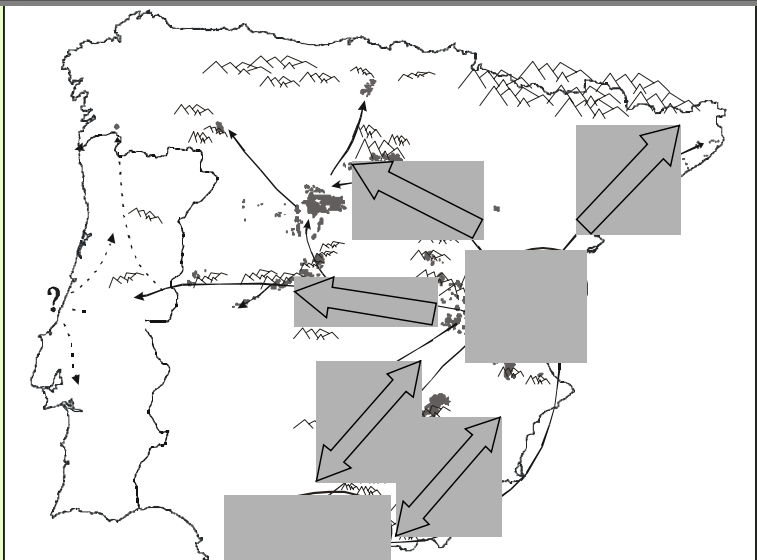
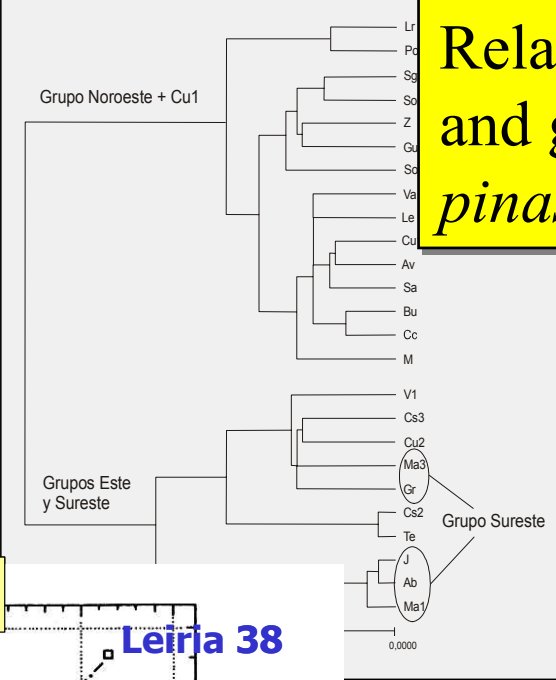


Regions of provenance
Pinus pinaster Ait.
 (Alía et al. 1996)

Regions of Provenance
Method 2: Agglomerative

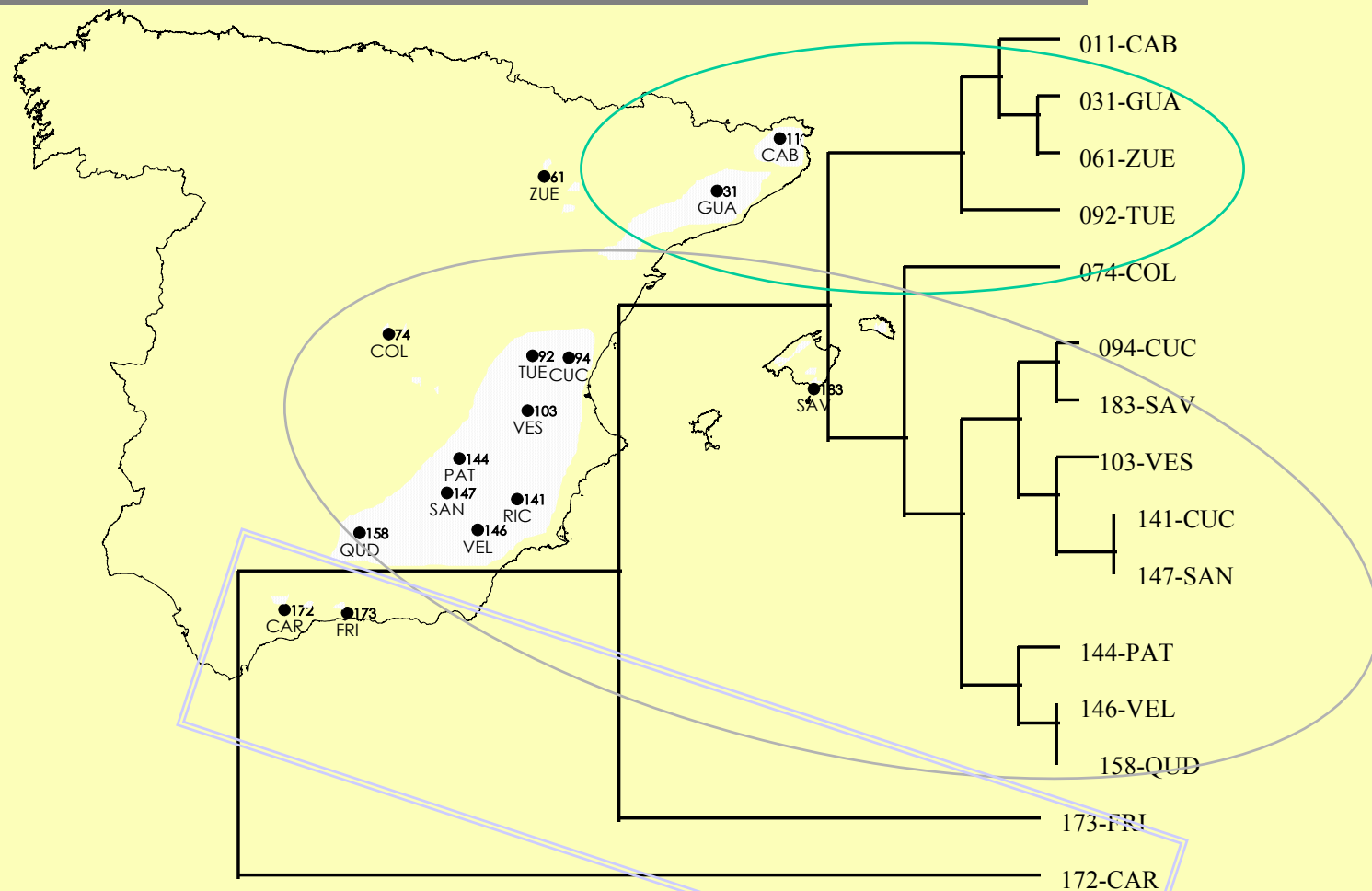
Species	Nº RP	Nº P.A.R.	MONOGRAPH
<i>Abies alba</i>	3	3	MARTIN <i>et al</i> (1998)
<i>Abies pinsapo</i>	3		MARTIN <i>et al</i> (1998)
<i>Fagus sylvatica</i>	18		AGÚNDEZ <i>et al</i> , (1995)
<i>Pinus canariensis</i>	4	2	CLIMENT <i>et al</i> , (1996)
<i>Pinus halepensis</i>	18		GIL <i>et al</i> , (1996)
<i>Pinus nigra salzmannii</i>	10		
<i>Pinus sylvestris</i>	17		CATALÁN <i>et al</i> , (1991)
<i>Pinus pinaster</i>	20	7	ALÍA <i>et al</i> , (1996)
<i>Pinus pinea</i>	7	4	PRADA <i>et al</i> , (1997)
<i>Pinus uncinata</i>	2	3	MARTIN <i>et al</i> (1998)
<i>Quercus ilex</i>	17	11	JIMÉNEZ <i>et al</i> , (1996)
<i>Quercus canariensis</i>	1	2	
<i>Quercus faginea</i>	18	7	JIMÉNEZ <i>et al</i> , (1998)
<i>Quercus pyrenaica</i>	16	11	
<i>Quercus robur</i> , <i>Q. petraea</i> ,	9	5	DÍAZ-FERNÁNDEZ <i>et al</i> , (1995)
<i>Quercus suber</i>	9	11	DÍAZ-FERNÁNDEZ <i>et al</i> , (1995)

Relationship between geographical and genetic variation in *Pinus pinaster*.



Land Restoration

Relationship between geographical and genetic variation in *Pinus halepensis* Mill.



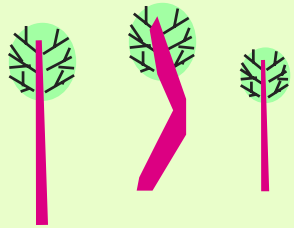
Evaluation / Selection

Is A different to B???

Is *A better than B*????

What is the *diversity* of A and B?

Phenotypic Selection



$$F_1 > F_2 > F_3$$
$$A_1 \# A_2 \# A_3$$

Method: Comparison

Environment: Different and unknown

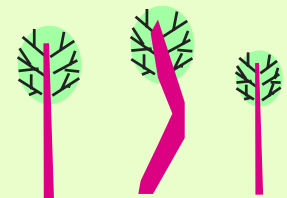
Applied to: Plus trees
Selected stands

Genetic selection

Method: Evaluation in comparative tests

Environment: Common and known

Applied to: Clones
Seed Orchards
Parent of families



$$G_1 > G_2 > G_3$$
$$A_1 = A_2 = A_3$$

Estimation of genetic value is based on the parentage of the trees under evaluation

Trees from the same:

Population: σ^2_{pop}

Family

Half-sib: $1/4 \sigma^2_A$

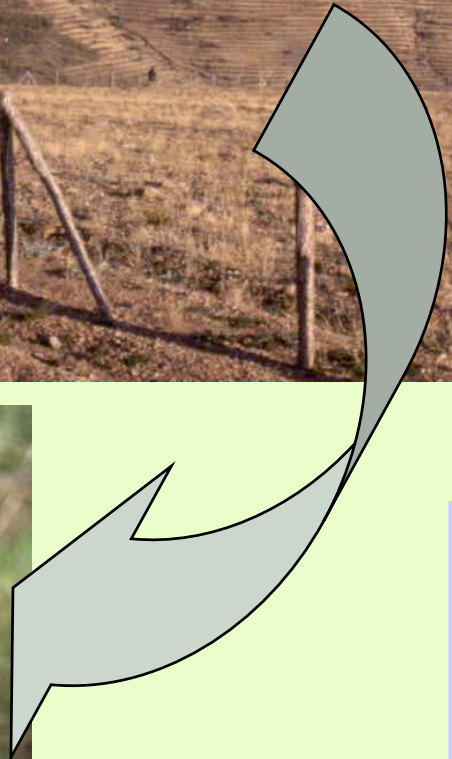
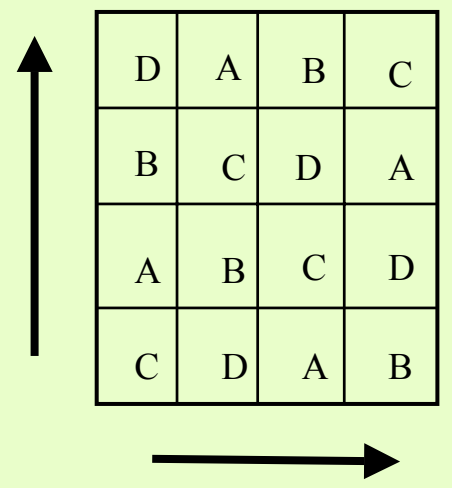
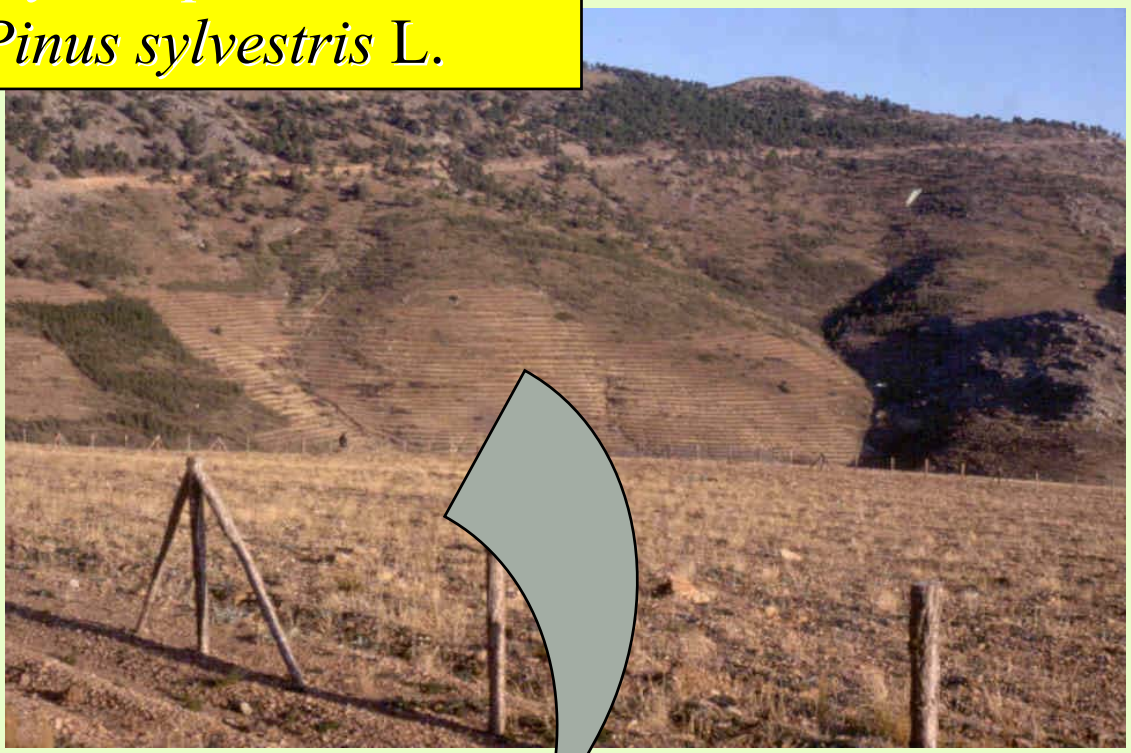
Full-sib: $1/2 \sigma^2_A + 1/16 \sigma^2_D$

Clone: σ^2_G



Ensayo clonal de *Populus* spp.

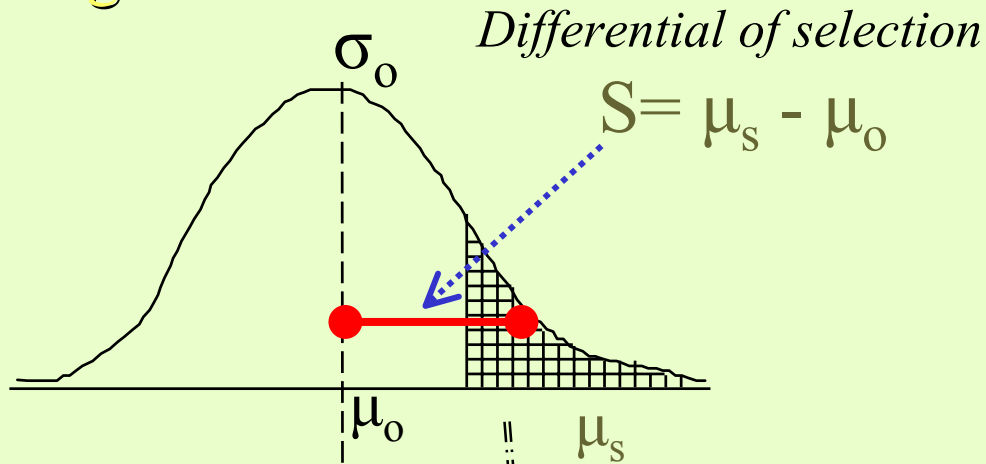
Ensayo de procedencias de *Pinus sylvestris* L.



Land Restoration Programs. Zaragoza. 19-23 September 2005

Selection and Genetic gain

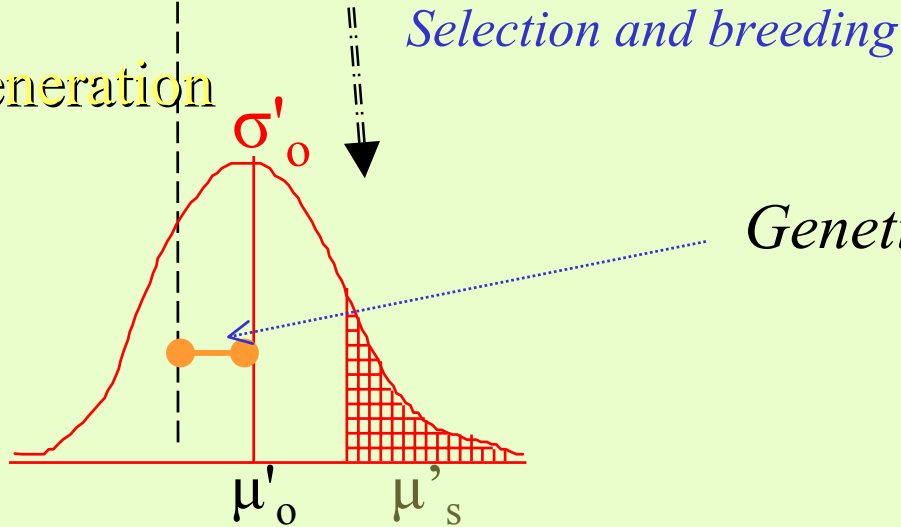
1st generation



$$\mu_o < \mu'_o$$

$$\sigma_o > \sigma'_o$$

2nd generation



Genetic gain

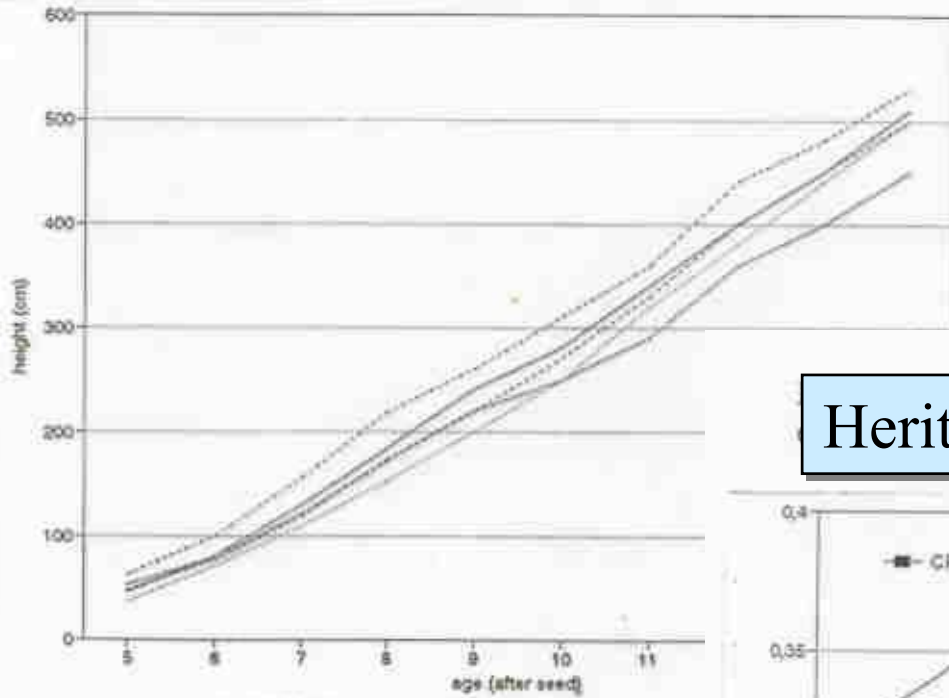
$$\Delta G = S * h^2$$

$$\Delta G = i * h^2 * \sigma_o$$

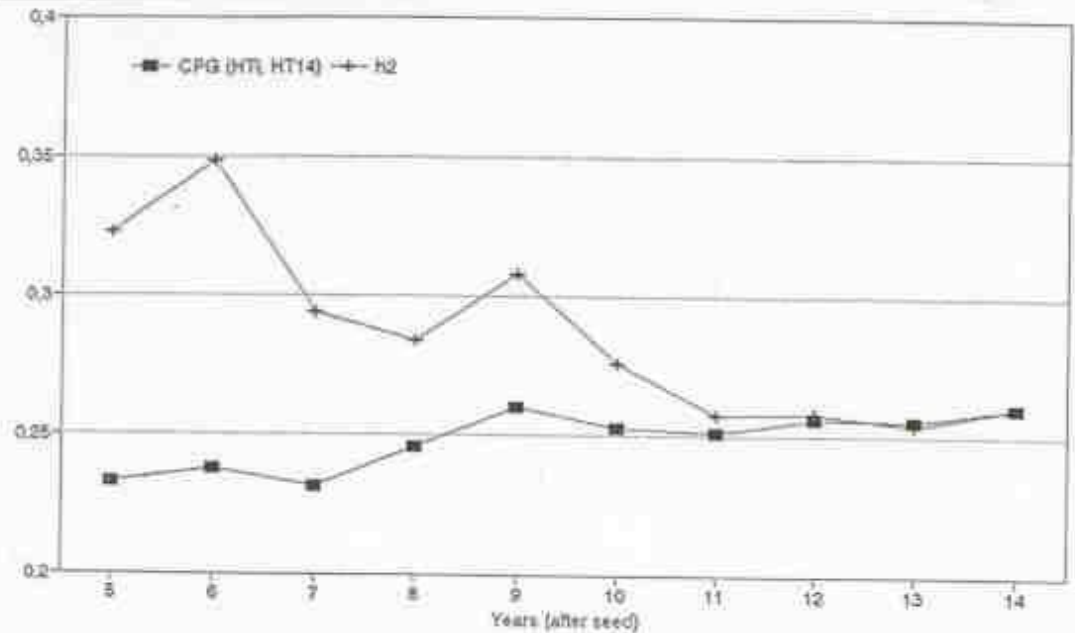
Heritability for different traits and species

Species	Trait	Heritability	Reference	age
<i>P. sylvestris</i>				
	Altura	0.14 ± 0.08	Velling y Tigerstedt (1984)	16
		0.36 ± 0.11	Climent <i>et al.</i> (1997)	8
	Ángulo ramas	0.22 ± 0.09	Velling y Tigerstedt (1984)	16
	Densidad	0.46 - 0.56	Personn (1972)	
	Diámetro ramas:	0.05 ± 0.01	Velling y Tigerstedt (1984)	16
	Diámetro	0.15 ± 0.09	Krusche <i>et al.</i> 1980	11
		0.37 ± 0.23	Velling y Tigerstedt (1984)	16
	Esbeltez	0.26 ± 0.13	Velling y Tigerstedt (1984)	16
	Densidad (Pilodin):	0.81 ± 0.50	Velling y Tigerstedt (1984)	16
<i>P. nigra (distintas subespecies)</i>				
	Altura	0.36	Alía y Durel (no publ).	16
		0.35	Arbez y Miller (1972)	10
	Diámetro	0.20	Arbez y Miller (1972)	10
	Densidad madera	0.67	Arbez y Miller (1972)	10
	Ángulo ramas	0.43	Alía y Durel (no publ).	16
	Policiclismo	0.19	Alía y Durel (no publ).	16
	Número de ramas	0.17	Arbez (1980)	10
<i>P. pinaster</i>				
	Altura	0.19	Cotterill <i>et al.</i> (1987)	8.5
		0.17 - 0.2	Kremer (1981)	
	Densidad	0.60	Destremau <i>et al.</i> (1984)	
	Diámetro	0.04	Cotterill <i>et al.</i> (1987)	8.5
	Desviación a la vertical a 1.5 m	0.19	Conche (1978)	10
	Forma del fuste; Escala 1-10	0.37	Mauge (1973)	
	Escala 1-8	0.03 ± 0.02	Cotterill <i>et al.</i> (1987)	8.5
	Policiclismo	0.50	Destremau <i>et al.</i> (1984)	
	Rectitud	0.25	Destremau <i>et al.</i> (1984)	
	Verticalidad	0.20	Destremau <i>et al.</i> (1984)	
<i>P. halepensis</i>				
	Altura	0.45	Panetsos (1981)	8
<i>(P. brutia)</i>				
	Altura	0.17	Panetsos (1981)	8
	Diámetro	0.33	Panetsos (1981)	8

Growth curves for different families of *P. nigra*

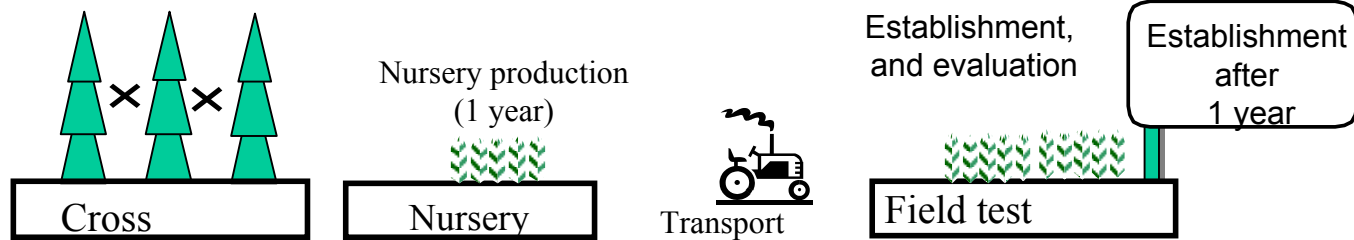


Heritability and CPG for *P. nigra*

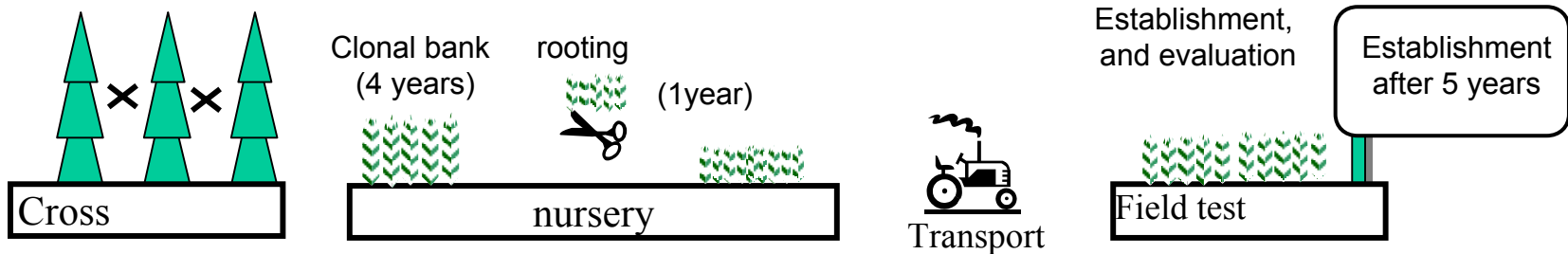


Different selection strategies

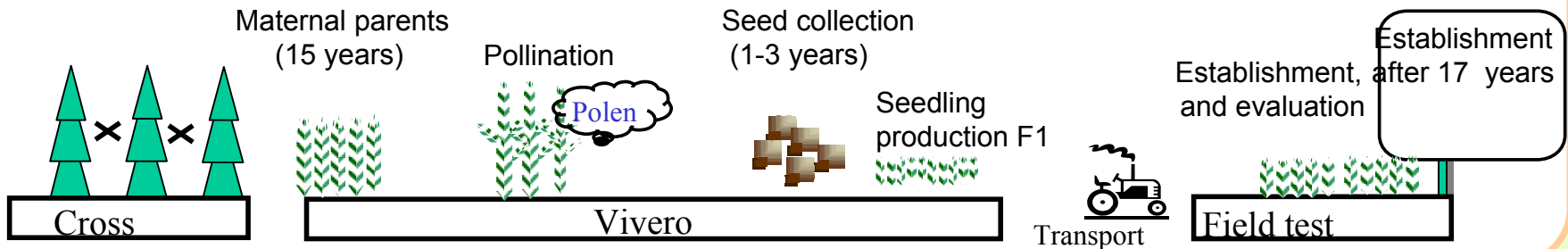
Phenotypic selection



Clonal.

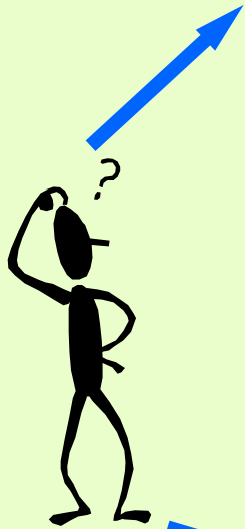


Control crosses

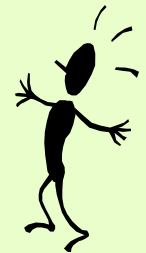
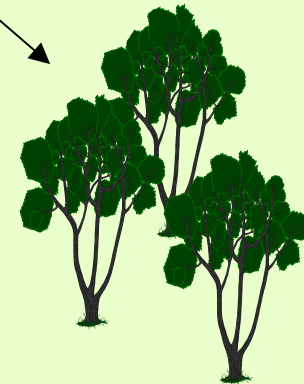
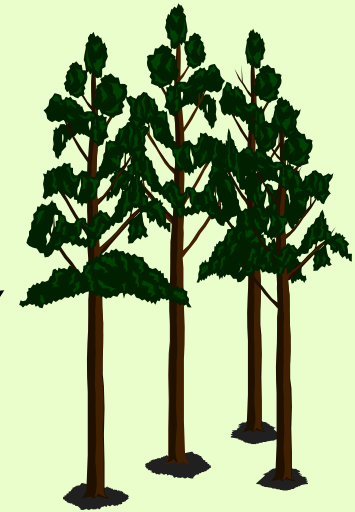


Forest reproductive material: Commercialization systems

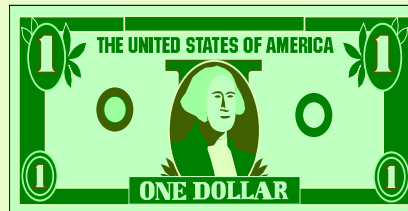
Origin ??????
Genetic quality ??????



25 / 80 años

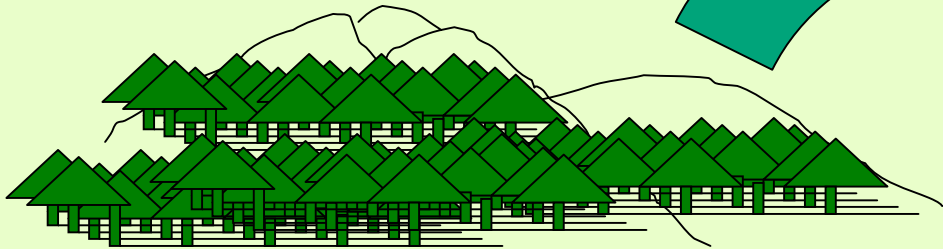


External quality



DEFINICIONES

MATERIALES DE BASE



Fuentes semilleras
Rodales
Huertos semilleros
Progenitores de familias
Clones
Mezcla de clones

SELECCIÓN/CATALOGACIÓN

MATERIALES FORESTALES DE REPRODUCCION

M.F.R.



Semillas
Plantas
Partes de plantas

COMERCIALIZACION

Species under regulation: Directive 1999/105/CE

Especies incluidas en el Anexo I.

<i>Abies alba</i> Mill.	<i>Pinus brutia</i> Ten.
<i>Abies cephalonica</i> Loud.	<i>Pinus canariensis</i> C. Smith.
<i>Abies grandis</i> Lindl	<i>Pinus cembra</i> L.
<i>Abies pinsapo</i> Boiss.	<i>Pinus contorta</i> Loud.
<i>Acer platanoides</i> L	<i>Pinus halepensis</i> Mill.
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	<i>Pinus leucodermis</i> Antoine
<i>Alnus glutinosa</i> Gaertn.	<i>Pinus nigra</i> Arn.
<i>Alnus incana</i> Moench.	<i>Pinus pinaster</i> Ait.
<i>Betula pendula</i> Roth.	<i>Pinus pinea</i> L.
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	<i>Pinus radiata</i> D. Don
<i>Carpinus betulus</i> L.	<i>Pinus sylvestris</i> L.
<i>Castanea sativa</i> Mill.	<i>Populus spp</i> e híbridos artificiales
<i>Cedrus atlantica</i> Carr.	<i>Prunus avium</i> L.
<i>Cedrus libani</i> A. Richard.	<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco
<i>Fagus sylvatica</i> L.	<i>Quercus cerris</i> L.
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	<i>Quercus ilex</i> L.
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	<i>Quercus petraea</i> Liebl.
<i>Larix decidua</i> Mill.	<i>Quercus pubescens</i> Willd.
<i>Larix x eurolepis</i> Henry	<i>Quercus robur</i> L.
<i>Larix kaempferi</i> Carr.	<i>Quercus rubra</i> L.
<i>Larix sibirica</i> Ledeb	<i>Quercus suber</i> L.
<i>Picea abies</i> Karst.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.
<i>Picea sitchensis</i> Carr.	<i>Tilia cordata</i> Mill.
	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop

Especies incluidas en el Anexo XII.

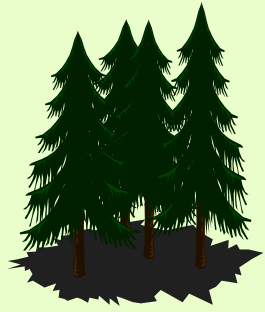
<i>Arbutus canariensis</i> Veill.
<i>Arbutus unedo</i> L.
<i>Castanea sativa</i> Mill.: híbridos artificiales
<i>Ilex aquifolium</i> L.
<i>Juglans spp.</i> e híbridos artificiales
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.
<i>Juniperus communis</i> L.
<i>Juniperus phoenicea</i> L.
<i>Juniperus thurifera</i> L.
<i>Olea europea</i> Brot.
<i>Phoenix canariensis</i> Hort.
<i>Pinus uncinata</i> Mill.
<i>Pistacia atlántica</i> Desf.
<i>Quercus canariensis</i> Willd.
<i>Quercus coccifera</i> L.
<i>Quercus faginea</i> Lam.
<i>Quercus pyrenaica</i> Willd.
<i>Sorbus aria</i> Crantz.
<i>Sorbus aucuparia</i> L.
<i>Tamarix gallica</i> L.
<i>Taxus baccata</i> L.
<i>Tetraclinis articulata</i> Masters.
<i>Ulmus minor</i> Mill. (<i>Ulmus campestris</i> L.)
<i>Ulmus glabra</i> Huds

What can be regulated

- ✓ External quality of FRM
- ✓ Genetic quality of FRM
 - ✓ Use of FRM

Directive 1999/105/CE

SYSTEM



SELECTION AND CATALOGUE

PUBLICATION

STORAGE

SEED LAB

SEEDS

COLLECTION OF FRUITS

CONTROL

PROD. PLANT

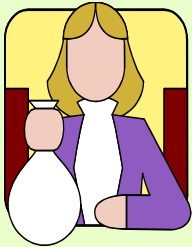
COMERCIALIZACION
OF FRUITS OR SEEDS

CONTROL

PLANTING

COMERCIALIZACION OF
PLANTS

CONTROL



Restoration Programs. Zaragoza. 19-23 September 2005

Base Materials

- Regions of provenance
- Types
- Characteristics
- Selection
- Use

Base material: Seed source



Base Material: stand



Base Material: Seed orchard

Plantation of clones or progenies, isolated and managed for seed production



Base material: Clone

Individulas obtained by vegetative propagation from a getope selected for a trait



Base materials

Type of base material	Categories of forest reproductive material				Production of forest reproductive material
	Identified (yellow)	Selected (green)	Qualified (pink)	Controlled (blue)	
Seed source	X				Open pollination
Stand	X	X		X	Open pollination
Seed Orchard			X	X	Open pollination
Parents of family			X	X	Open /Controlled pollination
Clone			X	X	Vegetative Propagation
Mixture of clones			X	X	Vegetative Propagation
<i>Identification</i>	<i>Origin</i>	<i>Origin</i>	<i>Individual / Clones</i>	<i>Individual / Clones</i>	
<i>Type of selection</i>	<i>No selection</i>	<i>Mass Selection</i>	<i>Individual/clonal Selection</i>	<i>Mass/ Individual /clonal Selection</i>	
<i>Evaluation</i>	<i>None</i>	<i>Phenotypic</i>	<i>Phenotypic</i>	<i>Genotypic</i>	

Mean values and superiority for different seed sources from two Regions of provenance (Provenance tests. *Pinus pinaster*).

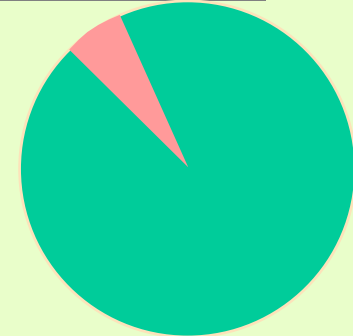
Seed Source	Province	Survival		(m)	Height	Stem ⁽¹⁾	
		(%)	$\Delta S(\%)$		$\Delta H(\%)$	(Value)	$\Delta C(\%)$
<u>RP no. 8</u>							
Bayubas	SO	87,2	-0,24	6,21	-3,42	5,11	+8,96
Villan. de Gumiel	BU	88,0	+0,67	6,26	-2,64	4,68	-0,21
Traspinedo	VA	88,8	+1,59	6,63	+3,11	4,49	-4,26
Ataquines	VA	87,3	-0,13	6,35	-1,24	4,99	+6,40
Coca	SG	85,8	-1,84	6,35	-1,24	4,91	+4,69
Moral.de Coca	SG	81,2	-7,10	6,47	+0,62	4,62	-1,49
Arévalo	AV	93,9	+7,42	6,46	+0,47	4,50	-4,05
Turégano	SG	87,1	-0,35	6,69	+4,04	4,21	-10,23
	Media	87,4		6,43		4,69	
<u>RP. no. 12</u>							
Poyatos	CU	88,6	-2,36	6,84	+1,18	3,25	+0,06
Boniches-1	CU	90,4	-0,37	7,00	+3,55	2,54	-21,80
Boniches-2	CU	95,0	+4,69	6,98	+3,25	2,67	-17,80
Alm.del Pinar	CU	88,6	-2,36	6,61	-2,22	3,57	+9,91
Chelva	V	91,1	+0,40	6,37	-5,77	4,21	+29,62
	Mean	90,7		6,76		3,25	

Efficiency of selection for different base materials, depending on the level of differentiation

	Case a)	Case b)
Seed source	-	++
Stand	-	++
Seed orchard	++	++
Clone	+++	+++

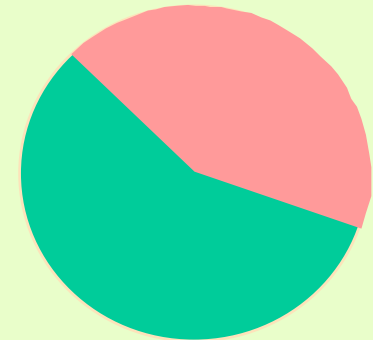
Low (-) to very high (+++) efficiency

a)



Ex. height

b)

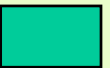


Ex. Drought tolerance

Variation among populations



Variation among individuals within a population



Main Characteristics

	Seed source	Selected stand	Seed orchard	Parent families	Clones
Variability	* / *****	*****	**	*	*
Expected gain	*	* / **	***:	***	*****
Technical requirements	*	**	***:*	*****	*****
Time until production	*	*	***	***	***
Installation Costs	*	**	***:	*****	*****
Maintenance Costs	*	*	***:	*****	***
Collection Costs	**	**	**	*	*

European Catalogue

Objetives:

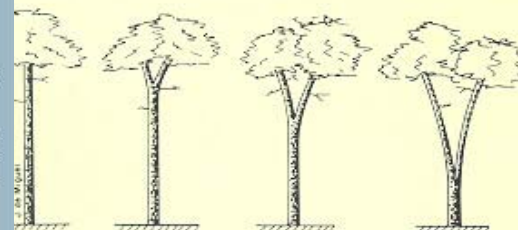
Standarization

Monografías

R.M. Galera Peral
S. Martín Albertos
R. Alía Miranda

J. Gordo Alonso
A. M^a Aguado Ortega
E. Notivol Paino

Manual de selección de masas productoras de semillas. Evaluación de caracteres




MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA
AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)

Silvdat v.1.01 - [Materiales Forestales de Reproducción Identificados]

Archivo C:\NMB Materiales de Base MFR Conservación de RGF Producción de Semilla Ventana

Propuestas de Fuente Semillera Fuentes Semilleras Aprobadas Fuentes Semilleras dadas de Baja Fuentes Semilleras Modificadas tras su publicación Todas

Filtros
Especie: [] Región de Procedencia: [] Provincia: [] Comunidad Autónoma: []

Fecha BCA: [] Fecha BOE: [] Registros activos Registros desactivados

Ordenación
 Especie y Reg. Procedencia Reg. Procedencia y Provincia Provincia y Reg. Proced. Código FS y Reg. Proce

Código FS	Especie	Región de Procedencia	Provincia	Localización	Fecha
FS-31/02/22/001	[310] Abies alba	[3102] Pirineo Central	Huesca	Espela y Berric	
FS-31/02/22/002	[310] Abies alba	[3102] Pirineo Central	Huesca	Izquierda del Ri	
FS-31/02/22/003	[310] Abies alba	[3102] Pirineo Central	Huesca	Escaurri	
FS-31/02/22/004	[310] Abies alba	[3102] Pirineo Central	Huesca	Oza y Netera	
FS-32/01/29/001	[320] Abies pinsapo	[3201] Ronda-Sierra de las Nieves	Málaga	Pinar	30
FS-32/01/29/002	[320] Abies pinsapo	[3201] Ronda-Sierra de las Nieves	Málaga	Montes de Para	30
FS-32/02/11/001	[320] Abies pinsapo	[3202] Grazalema-Sierra del Pinar	Cádiz	Dehesa del Pue	30
FS-32/03/29/001	[320] Abies pinsapo	[3203] Sierra Bermeja	Málaga	Sierra Bermeja	30
FS-32/03/29/002	[320] Abies pinsapo	[3203] Sierra Bermeja	Málaga	Sierra Bermeja	30
FS-576/04/24/001	[576] Acer pseudoplatanus	[RIU04] Vertiente Septentrional Cantábric	León	Castrillo, Pando	11-dic-2003
FS-576/04/24/002	[576] Acer pseudoplatanus	[RIU04] Vertiente Septentrional Cantábric	León	Corona	11-dic-2003
FS-576/04/24/003	[576] Acer pseudoplatanus	[RIU04] Vertiente Septentrional Cantábric	León		11-dic-2003
FS-576/04/24/004	[576] Acer pseudoplatanus	[RIU04] Vertiente Septentrional Cantábric	León	Guichiello	11-dic-2003
FS-576/04/24/005	[576] Acer pseudoplatanus	[RIU04] Vertiente Septentrional Cantábric	León		11-dic-2003
FS-576/04/24/006	[576] Acer pseudoplatanus	[RIU04] Vertiente Septentrional Cantábric	León	Castrillo, Pando	11-dic-2003
FS-576/04/24/007	[576] Acer pseudoplatanus	[RIU04] Vertiente Septentrional Cantábric	León		11-dic-2003
FS-576/04/24/008	[576] Acer pseudoplatanus	[RIU04] Vertiente Septentrional Cantábric	León		11-dic-2003

4.983 registros

Cerrar Informe Eliminar

Manual para la producción y comercialización de semillas forestales: pdf

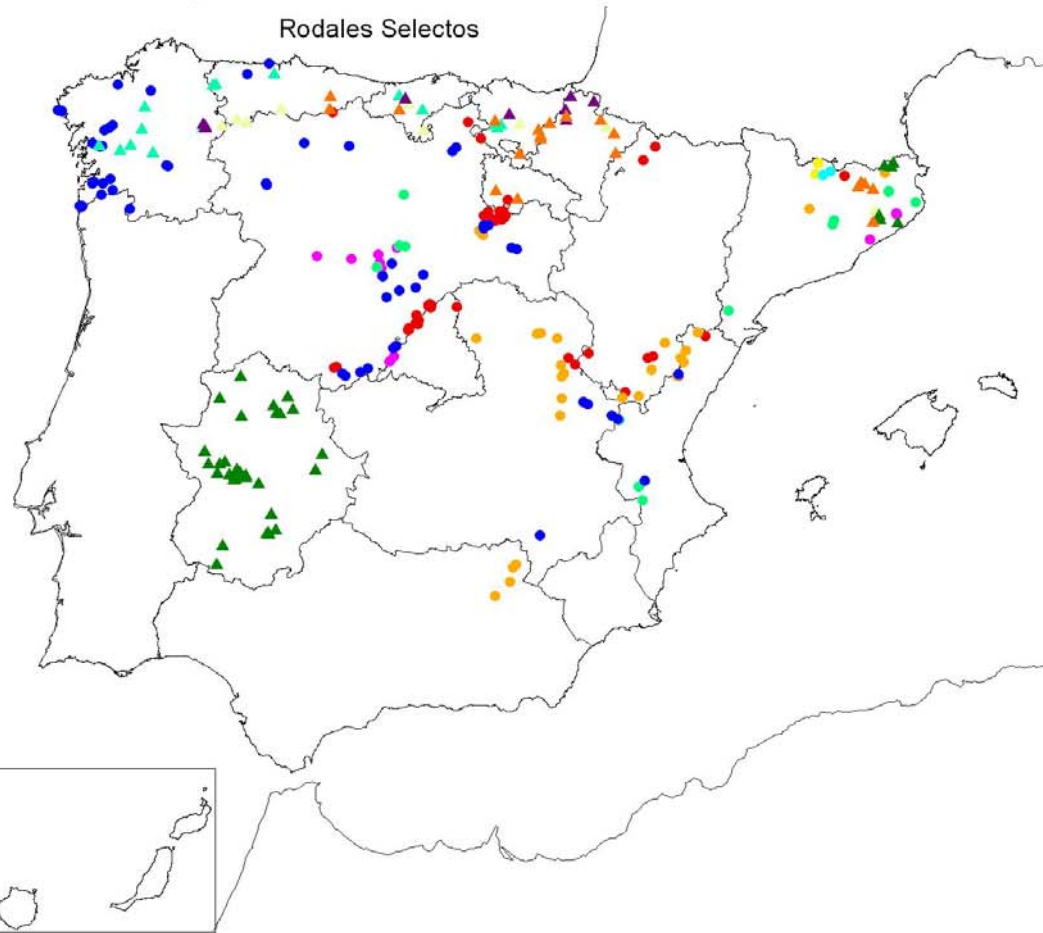
Land Restoration Programs. Zaragoza. 19-23 September 2005

Selected: Stands

Catálogo Nacional de Materiales de Base

Rodales Selectos

- Pinus sylvestris
- Pinus uncinata
- Pinus pinea
- Pinus halepensis
- Pinus nigra
- Pinus pinaster
- Abies alba
- ▲ Quercus robur
- ▲ Quercus petraea
- ▲ Quercus suber
- ▲ Quercus rubra
- ▲ Fagus sylvatica
- CCAA



Qualified: Seed orchards (Disp. Adi. 2^a)

Species	Sup (ha)	Site
<i>Pinus nigra salz</i>	2.9	CNMGF El Serranillo DGCN
<i>Pinus nigra nigra</i>	1.84	CMGF Valsaín /DGCN
<i>Pinus nigra nigra</i>	1.84	Javierregay -Huesca/DG Aragón
<i>Pinus pinaster</i>	3.20	Sergude – A Coruña/ Xunta Galicia
<i>Pinus sylvestris</i>	5.04	CMGF Valsaín /DGCN
<i>Pinus sylvestris</i>	1.96	Javierregay /DG Aragón

Species	Nº	Site
<i>Pinus halepensis</i>	5	DG Aragón DGCN
<i>Pinus pinaster</i>	2	Xunta Galicia DGCN
<i>Pinus radiata</i>	2	Gobierno Vasco D. G. Vizcaya
<i>Pinus sylvestris</i>	1	DGCN
<i>Pinus uncinata</i>	1	DGCN

Controlled: Clones *Populus*

Species	clone
<i>Populus x euroamericana</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Agathe F. • Campeador • Canadá blanco • Flevo • I-MC • I-214 • I-488 • Luisa Avanzo • Triplo • <u>2000 Verde</u> • <u>B-1M</u> • <u>BL-Constanzo</u> • <u>Branaguesi</u> • <u>Dorskamp</u> • <u>Guardi</u> • <u>I-454/40</u> • <u>NNDV</u>

Species	clone
<i>Populus deltoides x Populus alba</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 114/69
<i>Populus deltoides</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Lux • <u>Viriato</u>
<i>Populus nigra</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tr 56/75 • <u>Bordils</u> • <u>Lombardo Leonés</u>
<i>Populus trichocarpa x Populus deltoides</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Beaupre • Raspalje
<i>Populus x interamerica</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Boelare</u> • <u>Unal</u> • <u>USA 49-177</u>

Experimental protocol for evaluation

(I) Protocolo Experimental para la evaluación del crecimiento y la producción.

A) CRECIMIENTO EN VIVERO

•El ensayo se debe establecer en bloques completos al azar (Otros diseños: filas y columnas, alfa-latices, etc. tambien serian admitidos. NoF). No se fija el tamaño de la unidad experimental (Parcela), ni el número de repeticiones. Al menos se deben instalar y medir 15 ramets de cada clon.

•Se deben utilizar al menos 3 testigos procedentes de la lista siguiente:

<i>P. deltoides</i>	“Alcinde”
<i>P. x euramericana</i>	“I-214”, “Blanc du Poitou”, “Flevo”, “Ghoy”, “I-45-51”, “Robusta”, “Dorskamp”, “Triplo”
<i>P. trichocarpa</i>	“Trichobel” “Fritzy-Pauley”
<i>P. x interamericana</i>	“Beaupré”, “Boleare”, “Raspalje”
<i>P. alba</i>	“Villafranca”
<i>P. nigra</i>	“Vereecken”
<i>P. x canescens</i>	“Rajane”

Al elegir los testigos se debe favorecer la inclusión de aquellos que pertenecen al mismo tipo. El I-214, Alcinde, Beaupré son obligatorios para sus tipos.

• **Caracteres:** Se deben estudiar, para el conjunto de los clones incluidos en el ensayo, los siguientes caracteres, y sus resultados deben figurar en el dossier presentado para su admisión:

- plantas brotadas
- duración del periodo vegetativo
- diámetro medido a 0.3 m el primer año, y a 1 m el segundo año
- altura total en el primer y segundo año

B) CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN EN PLANTACIONES.

•**Diseño:** Los ensayos deben instalarse en bloques completos aleatorizados con un mínimo de 3 repeticiones y parcelas unitarias de al menos 9 árboles medidos. Los efectos de borde se deben reducir por al menos una línea de borde (estas líneas no son necesarias entre unidades experimentales). Los ensayos deben instalarse en condiciones selvícolas y de utilización representativos de los sitios potenciales de utilización

•**Numero de Sitios de Ensayo:** El clon candidato debe estar evaluado al menos en 3 ensayos comparativos de clones. Al menos dos de estos sitios deben cumplir los requisitos descritos anteriormente. El tercero también debe diseñarse en bloques completos al azar, pero su tamaño no se fija.

•**Controles:** Además del clon candidato, el ensayo debe incluir al menos dos clones testigos elegidos de la lista especificada en la parte A. Deben tener un origen botánico lo más próximo posible al clon candidato.

•**Caracteres:** Se deben evaluar para el conjunto de clones instalados en el ensayo:

Para una admisión provisional o definitiva.

- plantas brotadas en el primer año: medida como proporción respecto al número de plantas vivas en el primer período vegetativo sobre el total de las plantas instaladas.
- mortalidad: calculada como proporción del número de plantas muertas sobre el de plantas plantadas (eliminadas las que no brotaron el primer año). Deben indicarse las causas de la mortalidad
- circunferencia media a 1.30 m
- altura total media

En el caso de una admisión definitiva:

- Volumen medio a un diámetro en punta delgada de 7cm
- densidad de la madera a una tasa de humedad dada (12%?)
- forma de los árboles según los baremos:
- ahorquillamiento: notación cualitativa de árboles que presentan al menos una horquilla o un ramicornio y del número de horquillas o ramicornios por árbol. Se considera bifurcación a toda rama que presenta un ángulo con el fuste inferior a 30° y presenta un diámetro medio en la base superior a la mitad del tallo principal medido en el mismo nivel. Se considera ramicornio a toda rama que presenta un ángulo inferior a 30° con el tallo principal y su diámetro es inferior a la mitad del de éste.
- ramificación: ángulo medio de inserción de las ramas según el baremo siguiente y descripción de la densidad de ramificación y grosos de las ramas en relación a los clones testigos:

1	Entre 70 y 90°
2	Entre 50 y 70°
3	Entre 30 y 50°
4	Inferior a 30°

Information
included in
the
Catalogue

(II) Ficha descriptiva de Rodal /Huerto Semillero /Progenitor(es) de familias /Clon /Mezcla de Clones

Estas fichas han de ser igual al de material seleccionado (para rodales) y material cualificado (progenitores de familias, huertos semilleros, clones y mezclas de clones).

(III) Requisitos de selección de los componentes

También deben incluirse las fichas de selección de los componentes según esas mismas categorías, pues el material controlado ha de cumplir esos requisitos para su aprobación.

(IV) Información sobre los ensayos comparativos

Se deben describir todos los sitios experimentales. Para cada sitio se debe incluir la información siguiente.

A Descripción del muestreo de los materiales de reproducción

B Descripción de los sitios experimentales

1. Ensayos en vivero y plantaciones

Nombre y número del ensayo

Localización:

Comunidad Autónoma:	
Provincia	altitud: _____ m snm
Termino municipal	No. Mapa: 1:50.000
Localidad	lat ¹ : ___° ___' ___" N; long ___° ___' ___" (E-W)
Paraje (nombre del monte):	X_utm: _____; Yutm: _____ huso: ___
Nº UP /Nº Elenco	
Superficie (ha)	

Característica ecológicas (A detallar)

Descripción del ensayo

Descripción del ensayo

Numero de plantas por unidad experimental	
Numero de repeticiones	
Tipo de Diseño	
Tipo de material utilizado: (plantas: edad), estacas (edad), etc.	
Espaciamiento	
Numero de entidades ensayadas	
Año de instalación	
Testigos	

Croquis del ensayo

Descripción de la gestión practicada: mantenimiento, actuaciones, etc.

C. Protocolo de experimentación.

Ver ejemplo para *Populus* ssp. a continuación. Se han de indicar los caracteres a evaluar, la forma de evaluarlos, la edad, etc.

D. Comportamiento de los materiales

Tabla resumen de los resultados obtenidos.

Edad de observación: Carácter: Unidad de medida	Mínimo	Media	Máximo	CV	Resultado de la prueba estadística
Material evaluado Testigos					
Otros					
Conjunto de los materiales					

(IV) Información sobre los ensayos de evaluación genética

Se deben describir todos los sitios experimentales. Para cada sitio se debe incluir la información siguiente.

A Descripción de los materiales de base:

Identidad

Origen

Genealogía de los componentes evaluados

Esquema de cruzamiento utilizado para producir los materiales de reproducción usados en la prueba de evaluación.

B Descripción de los sitios experimentales

1. Ensayos en vivero y plantaciones

Nombre y número del ensayo

Localización:

Comunidad Autónoma:	
Provincia	altitud: _____ m snm
Termino municipal	No. Mapa: 1:50.000
Localidad	lat ¹ : ___° ___' ___" N; long ___° ___' ___" (E-W)
Paraje (nombre del monte):	X utm: _____; Yutm: _____ huso: _____
Nº UP / Nº Elenco	
Superficie (ha)	

Característica ecológicas (A detallar)

Descripción del ensayo

Numero de plantas por unidad experimental

Numero de repeticiones

Tipo de Diseño

Tipo de material utilizado:

B. Protocolo de experimentación.

Ver ejemplo para *Populus* ssp. a continuación. Se han de indicar los caracteres a evaluar, la forma de evaluarlos, la edad, etc.

C. Comportamiento de los materiales

Tabla resumen de los resultados obtenidos.

Edad de observación:					
Carácter: Unidad de medida	Mínimo	Media	Máximo	CV	Resultado de la prueba estadística
Material evaluado Testigos					
Otros					
Conjunto de los materiales					
Método de análisis estadístico; Prueba utilizada: Nivel de significación: F (valor de la F de Fisher): P (probabilidad asociada):					

Esta tabla se puede modificar para adecuarla a los caracteres evaluados

D. Recomendaciones de utilización propuestas:

Regiones (RIUs) recomendadas:

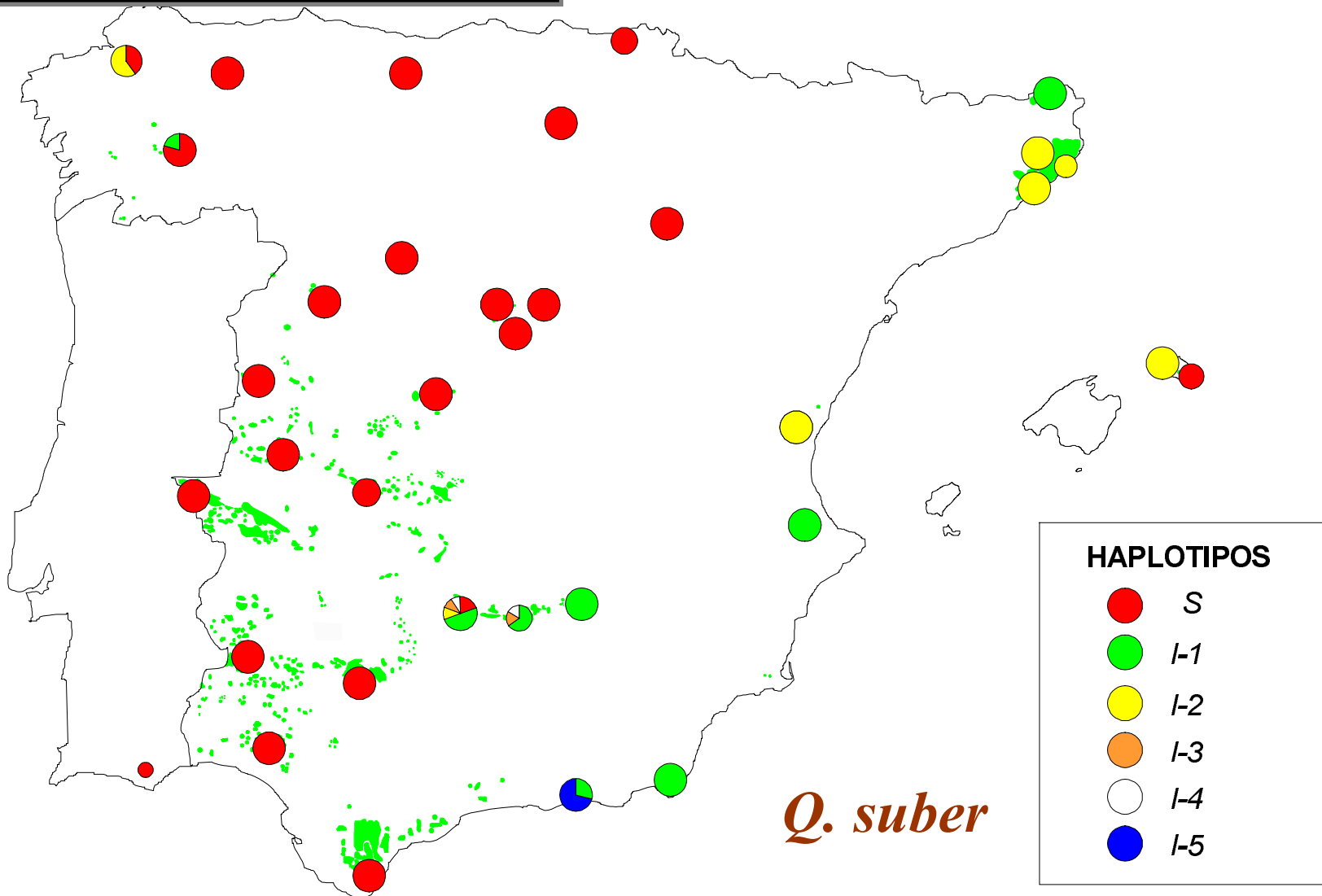
Observaciones:

E. Informaciones de otros ensayos

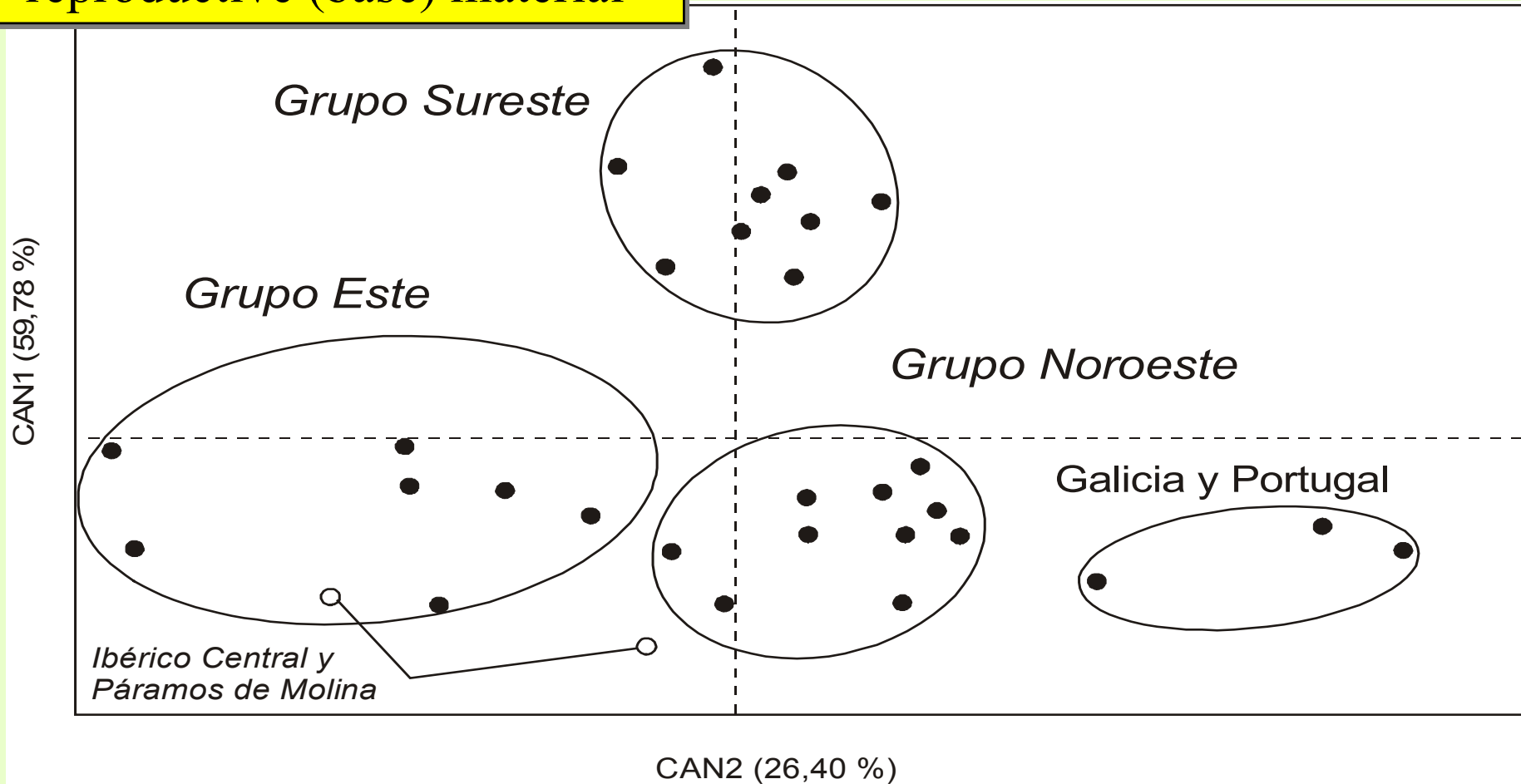
Todo o parte del material de base ha sido objeto de otros ensayos: Si/ No

País

Identification and characterization of forest reproductive (base) material

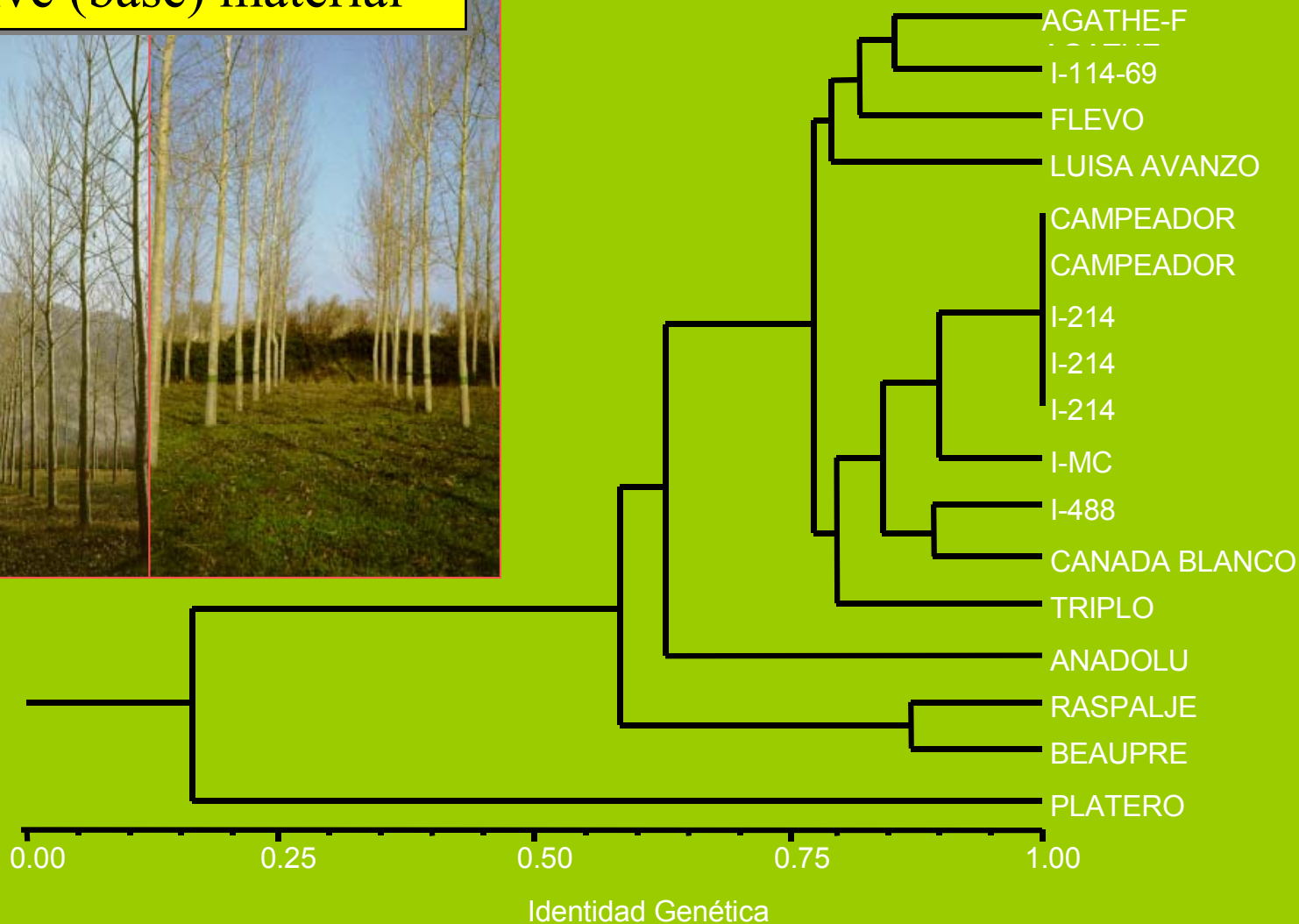


Identification and characterization of forest reproductive (base) material



Canonical discriminant analysis for *Pinus pinaster* populations

Identification and characterization of forest reproductive (base) material



Use of forest reproductive material

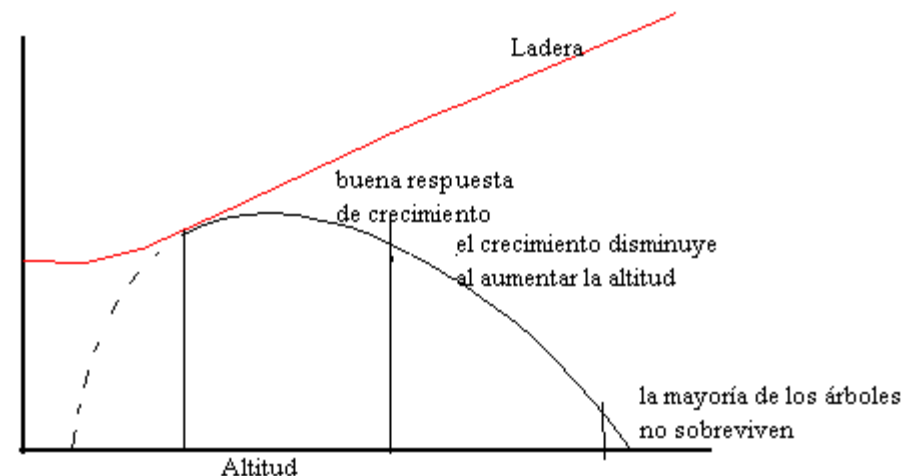
- General transfer rules
- Field tests
- Ecological recommendations
- Deployment zones

Reglas generales de uso y transferencia de semilla

- Existe información sobre reglas de transferencia de semilla:
 - La procedencia local no tiene porque ser la más adaptada ni la más productiva
 - Prestar atención a las fluctuaciones anuales de precipitación y temperatura
 - No trasladar de altitudes elevadas a bajas o viceversa
- ¿Podemos utilizar estos resultados para ver la adaptabilidad futura de las poblaciones?
- Existe riesgo de contaminación genética?

Homologaciones climáticas

- Homologación fitoclimática-Método de Allué (1989, 1997)
- Estudio de las estaciones ecológicas de los Pinares españoles (Gandullo, Sanchez Palomares, 1994)
- Diagrama bioclimáticos (Montero de Burgos, 1987)
- Agrupaciones climáticas



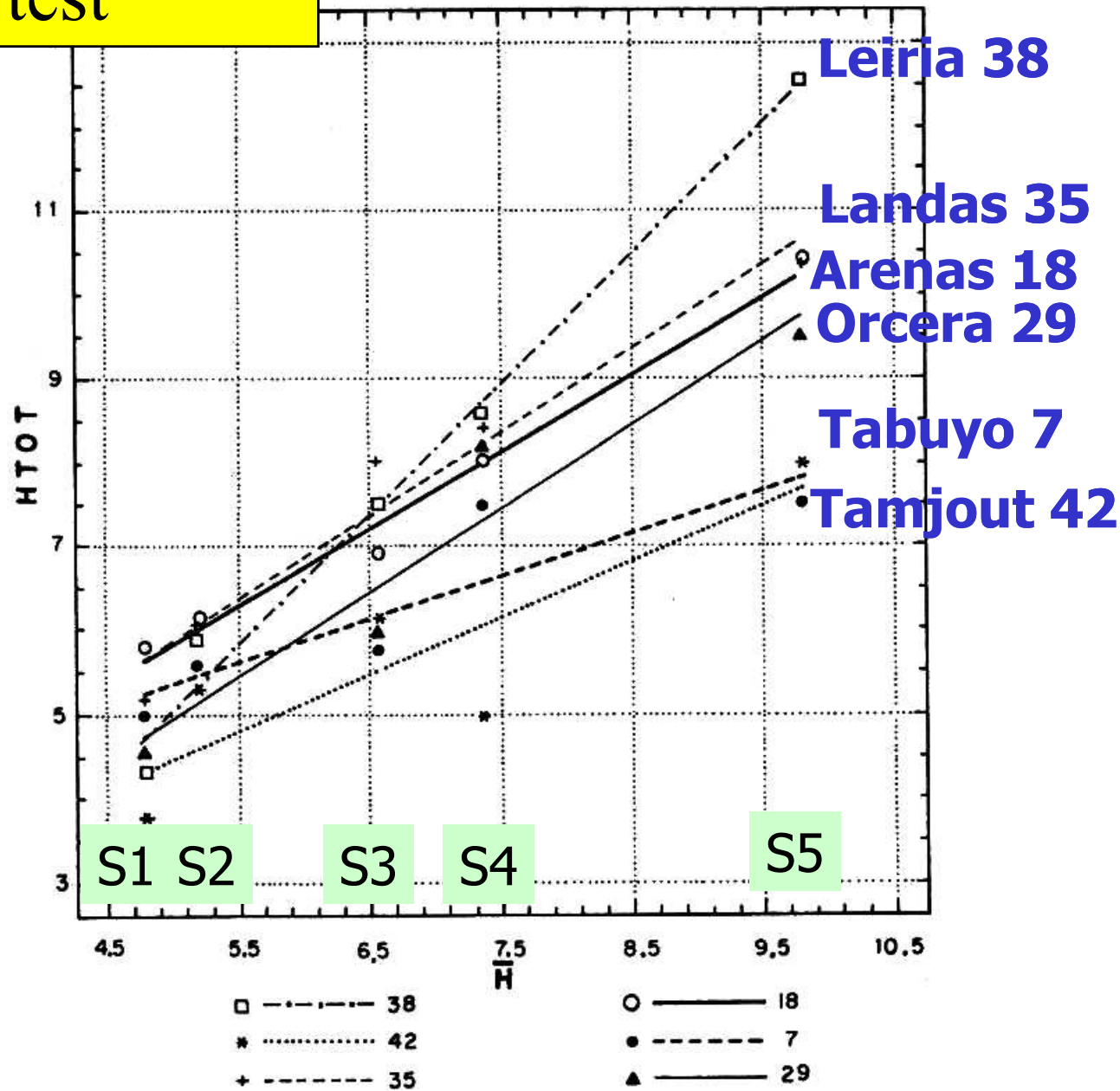
Transfer rules

Use of forest Reproductive material	Procurement of FRM	
	<i>Seed source or Stand</i>	<i>Region of provenance</i>
<i>Plantation site</i>	Site -Site	Site -Region
<i>Deployment Region (RIUs)</i>		Region – Region

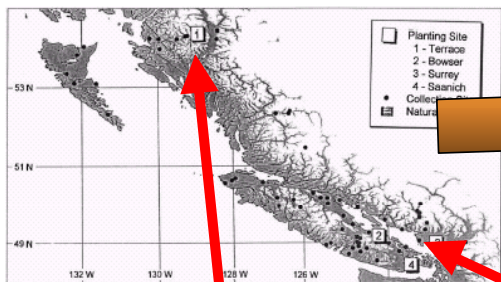
Recomendación de uso obtenida por homologación fitoclimática entre regiones de procedencia y RIUs. No se incluyen las regiones de Canarias (Alía et al. 1999, García del Barrio, 2004).

RIUs	Regiones de Procedencia					
	<i>F. sylvatica</i>	<i>P. halepensis</i>	<i>P. nigra</i>	<i>P. pinaster</i>	<i>P. pinea</i>	<i>P. sylvestris</i>
1				1a		10
2	1			1b		10
3	2-4			1a		10
4	1-2-5		7			10
5	3-5		2-7	2-9		1-8-10
6	7-8			1a		2
7	5-6-8	4	3	3-9		2-3-4
8	9-11-12		2-3			3-4-5-6-7
9	10-12-13-14	3-4	1-2-3-4-5		7	3-4-7
10		1-2		6-9-C	6-7	
11		3-6	3-4-5	6-B	6-7	4-7-16
12		3-5-6-14				
13		5-9-14	7	10		14-15
14		4-6-9	5-7	9		4-8
15	16-17		3-10	9		8
16		9-14	5-7-10	8-9	1	8-10
17		9-14		2-8	1	
18				1a-4-6		10
19		14	8-9	6	2	10-11
20	18	14	8-9	6-7	2	9-10
21		5-7-9	7	11-12		12-14
22		7	7	12-13		12

Field test

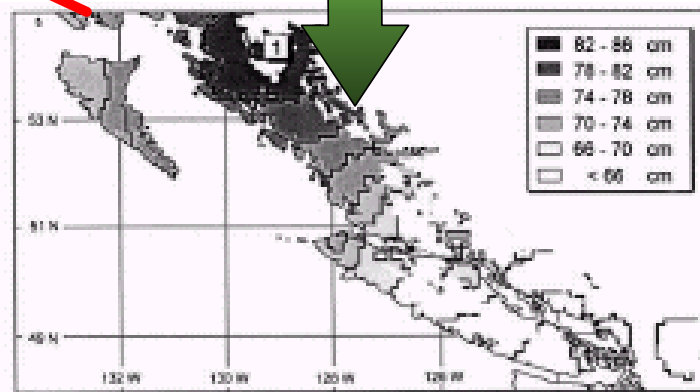
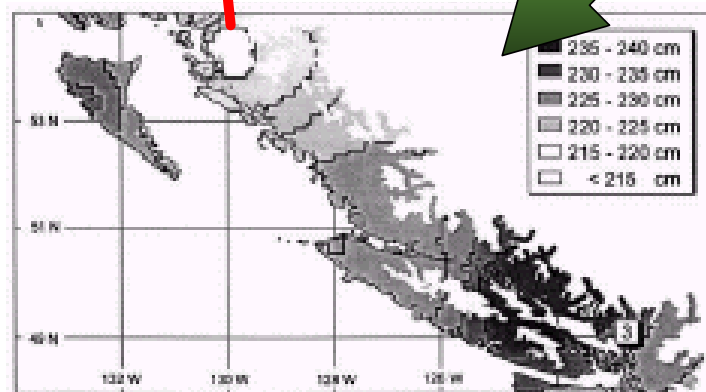


Localización de ensayos y de procedencias evaluadas



Selección de modelos para predecir el comportamiento de procedencias en función de las características ecológicas del sitio de ensayo y de procedencia

Source of variation	df	MS	p > F	Variance component	(%)
	3	6195833	>0.0001	4159.598	(0.733)
	9	28958	>0.0001	53.186	(0.009)
	40	12525	>0.0001	31.573	(0.006)
	120	6065	>0.0001	40.942	(0.007)
	360	3742		218.092	(0.038)
RP	68	3719	>0.0001	28.638	(0.005)
RP × S	203	2086	>0.0001	59.170	(0.010)
Error 2	598	1290		64.559	(0.011)
Sampl	4620	1019		1019.926	(0.180)
Cv	6021				



Predicción de la altura de las plantas en función de la procedencia de la semilla para dos sitios de ensayo

A. Hamann et al. / *Forest Ecology and Management* 136 (2000) 107-119

$$a_1 Y_1 + a_2 Y_2 = b_1 \text{ PLAT} * \text{LAT} + b_2 \text{ PLAT} * \text{LON} + b_3 \text{ PLAT} * \text{LAT}^2 + b_4 \text{ PLAT} * \text{LON}^2 + b_5 \text{ PLAT} * \text{LAT} * \text{LON}$$

Seed deployment zones

Pinus contorta

Box 9.2. Canonical Correlation Analysis

113 Observations
 11 'VAR' Variables
 23 'WITH' Variables

Note: The correlation matrix for the 'with' variables is less than full rank. Some canonical correlations and coefficients will therefore be zero.

	Canonical Correlation	Adjusted Canonical Correlation	Approx Standard Error	Squared Canonical Correlation
1	0.961912	0.952063	0.007061	0.925275
2	0.806092	0.725920	0.033092	0.649784
3	0.772298	0.699366	0.038133	0.596443
4	0.738033	0.676210	0.043022	0.544693
5	0.699185	0.653660	0.048298	0.488860
6	0.618345	0.495459	0.058362	0.382350
7	0.593224	.	0.061238	0.351915
8	0.491806	0.407585	0.071636	0.241873
9	0.421417	0.354585	0.077710	0.177592
10	0.336636	0.253880	0.083783	0.113324
11	0.273317	0.251774	0.087432	0.074702

EIGENVALUES OF INV(E)*H = CANRSQ/(1-CANRSQ)

	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	12.3824	10.5270	0.6262	0.6262
2	1.8554	0.3774	0.0938	0.7200
3	1.4780	0.2816	0.0747	0.7948
4	1.1963	0.2399	0.0605	0.8553
5	0.9564	0.3374	0.0484	0.9036
6	0.6190	0.0760	0.0313	0.9349
7	0.5430	0.2240	0.0275	0.9624
8	0.3190	0.1031	0.0161	0.9785
9	0.2159	0.0881	0.0109	0.9895
10	0.1278	0.0471	0.0065	0.9959
11	0.0807	.	0.0041	1.0000

(Cont'd next page)

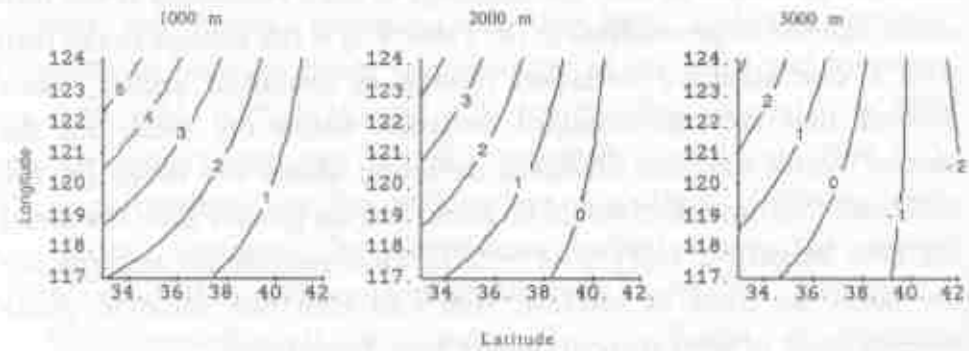


Figure 9.2. Contour plots for predicted scores of the growth vector at Camino for 1000, 2000, and 3000m elevation. Contour lines are in one standard deviation intervals.

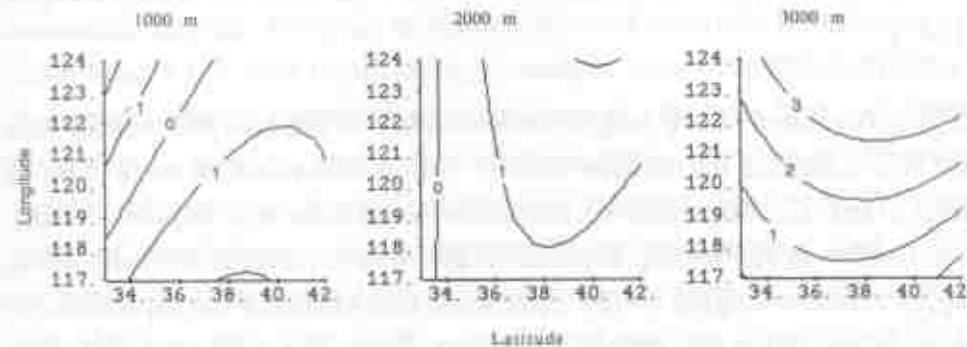


Figure 9.6. Contour plots for predicted scores of the survival vector at Hoopa for 1000, 2000, and 3000m elevation.

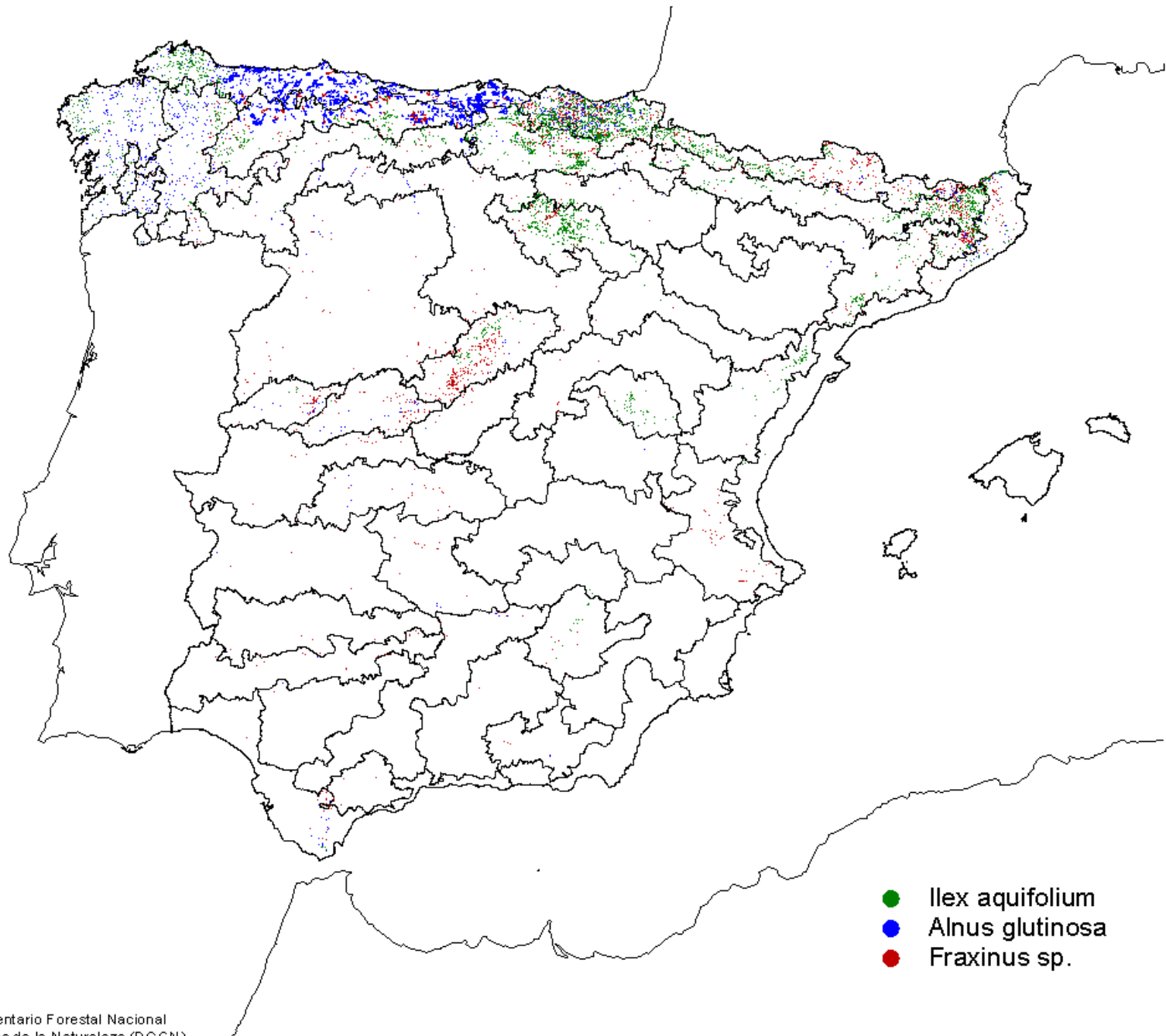
Regiones de Identificación y utilización del material de reproducción



Regiones para la Identificación y del Material Forestal de

DGCONA / CIFOR-INIA / ETSIM

Escala 1: 6.000.000



- *Ilex aquifolium*
- *Alnus glutinosa*
- *Fraxinus sp.*

Conclusions

- The election of the forest reproductive material depend on the final objective. It is not possible to define general rules.
- The categories of FRM are not related to a higher or lower “genetic quality”.
- We need harmonization of provenance regions, seed transfer rules and base material.



GENFORED: www.inia.es/genfored.html