



La caratterizzazione genetica della Douglasia



**Considerazioni per un miglioramento genetico sostenibile della
Douglasia (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco) in Italia**



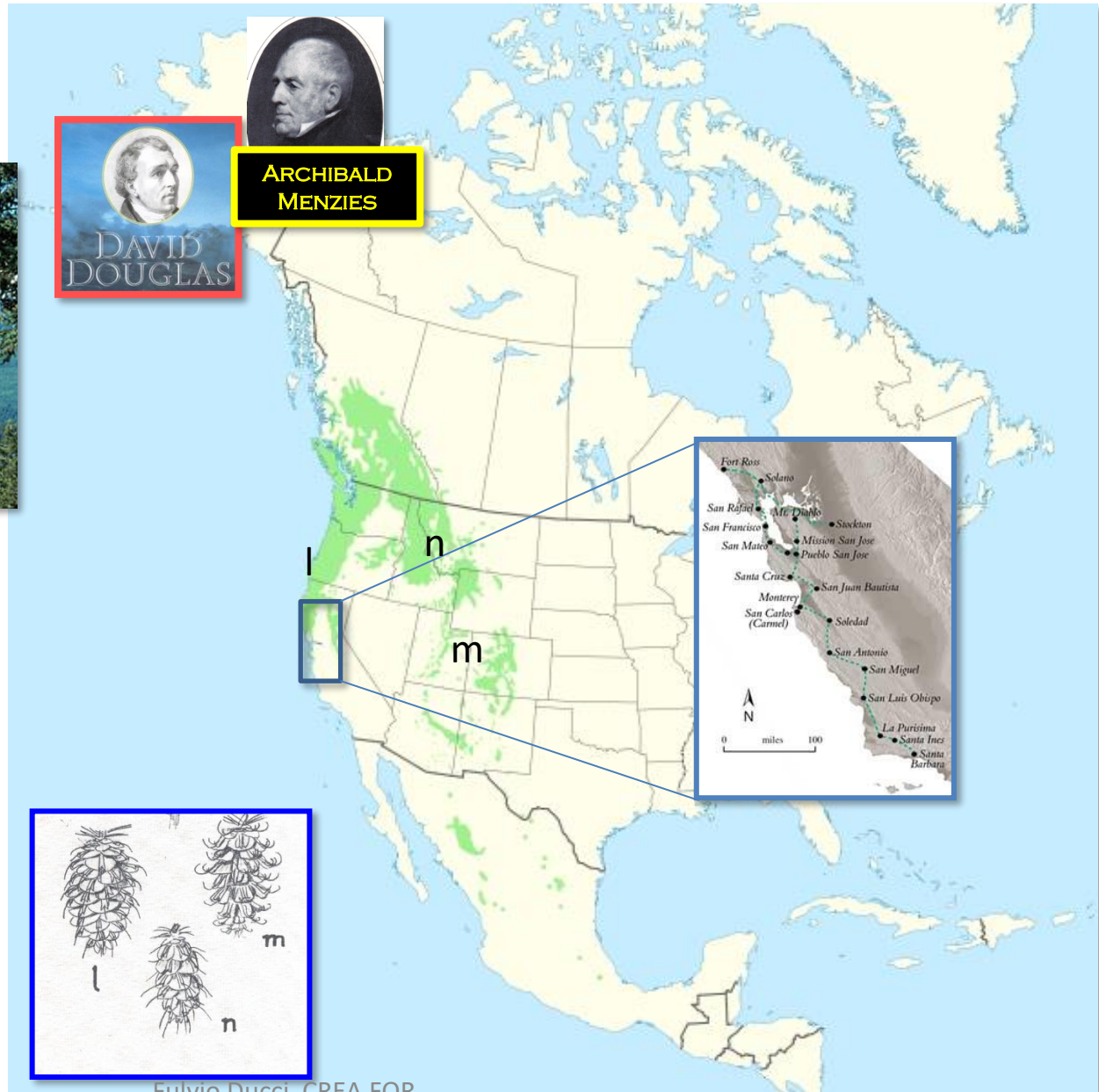
Il genere *Pseudotsuga* ha un **areale enorme**, spesso frazionato, che ne spiega la **grande variabilità**.

Pseudotsuga menziesii

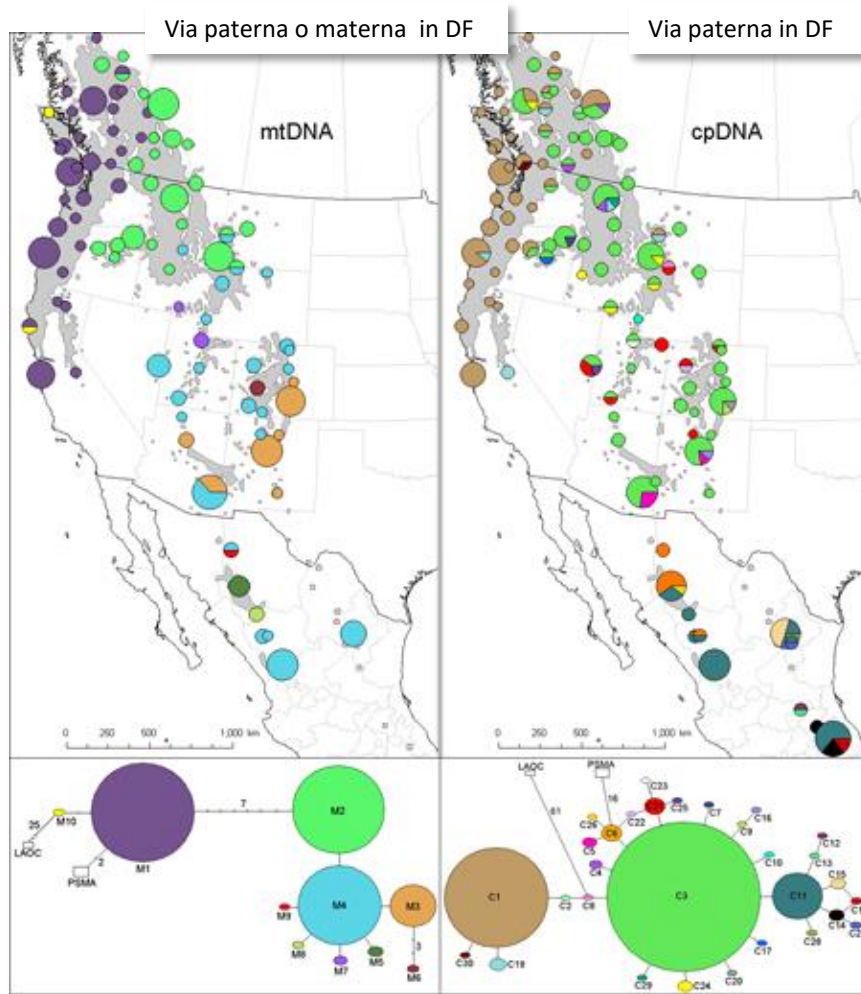
l) v. *menziesii*

n) v. *cesia*

m) v. *glauca*



Grandissima variabilità e differenziazione



Il cpDNA sembra metter meglio in evidenza la variabilità e le relazioni tra varietà

Il mt DNA sembra differenziare meglio le varietà, ma in sostanza la strutturazione del genere è evidente.

Principi di base

A. Per pianificare programmi di piantagione su larga scala è necessario avere idee ben chiare:

- Individuare i **distretti ambientali idonei**,
- Scegliere le **specie**,
- Scegliere **specie e provenienze** da usare.

B. Una volta decisa l'assegnazione delle provenienze alle zone di piantagione, se il lavoro non è stato già svolto è necessario avviare il miglioramento degli alberi a diversi livelli per procurare seme con le caratteristiche necessarie.

Una **strategia nazionale di approvvigionamento di seme** ha il presupposto in programmi di miglioramento genetico.

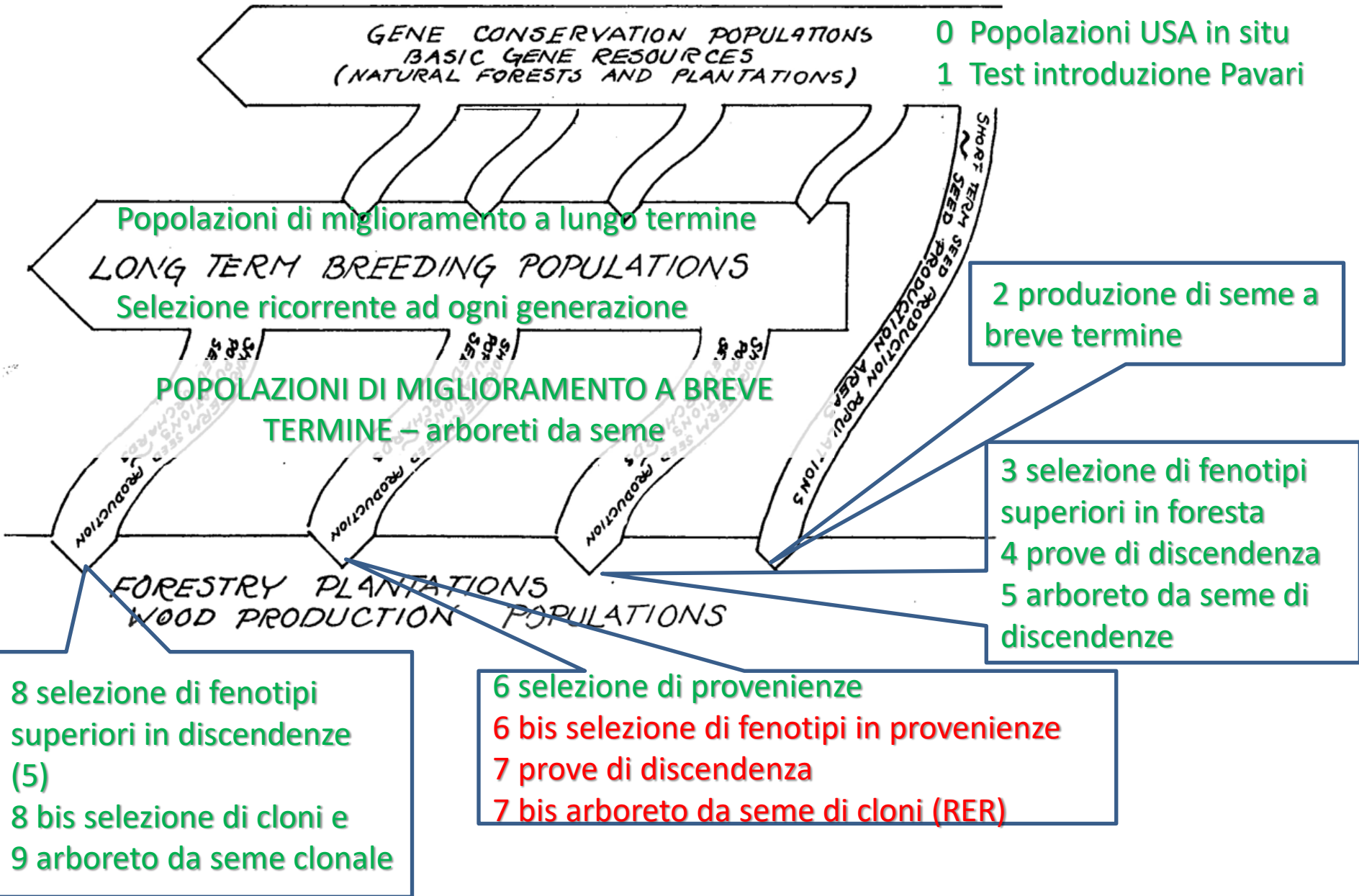
Un tale programma deve considerare:

- 1) Disponibilità di **risorse economiche** adeguate
- 2) Disponibilità di un **sistema sementiero nazionale**
- 3) Una **domanda di materiali riproduttivi quantificata** per cui si siano individuate
 - Specie da impiegare;
 - Zone di piantagione;
 - un cronoprogramma definito.

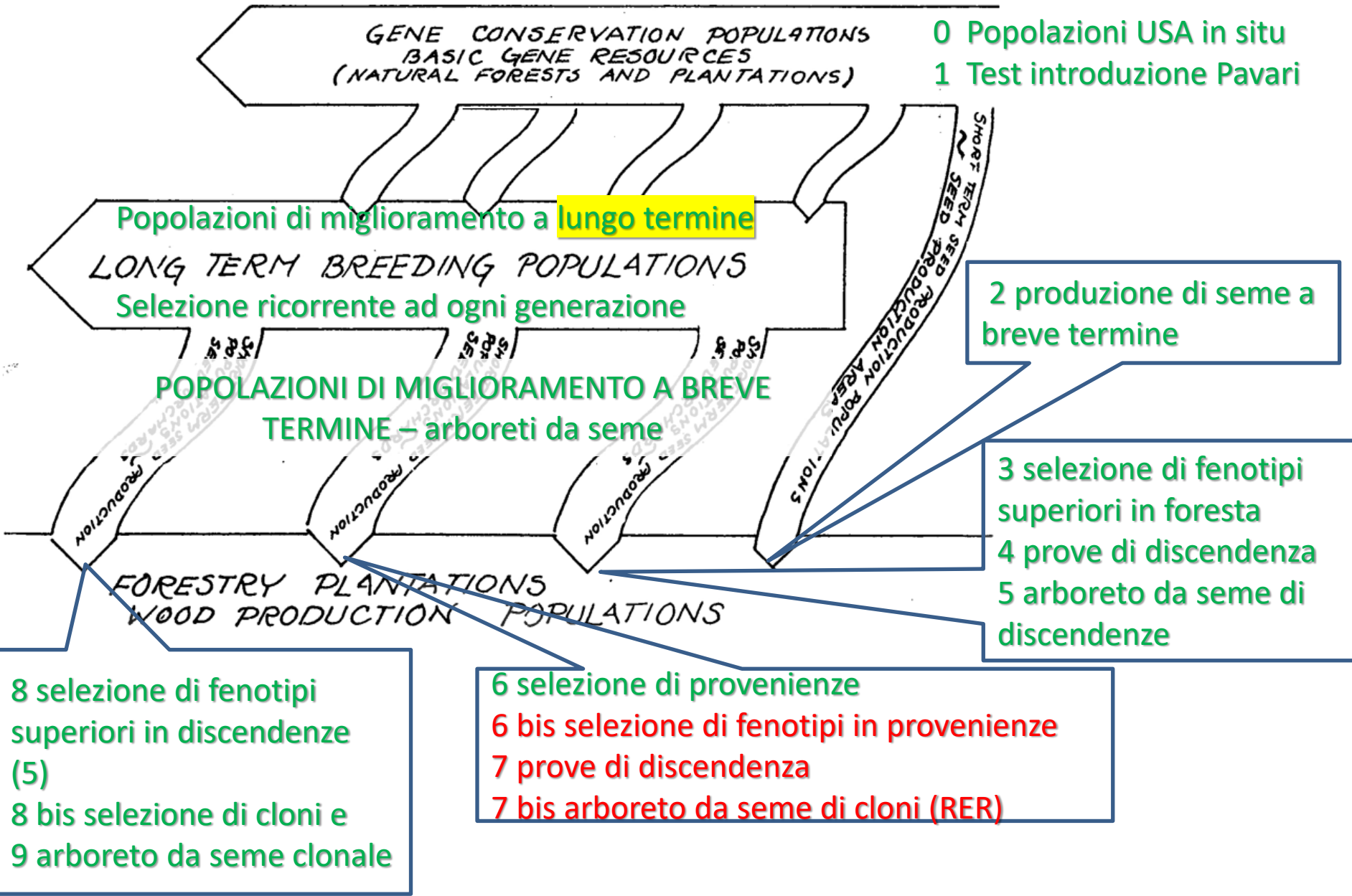
Specie	Quercus cerris	Quercus cerris	Castanea sativa*	Castanea sativa*	Pseudotsuga menziesii	Pseudotsuga menziesii	Fagus sylvatica	Fagus sylvatica
Provenienza	1	2	1	2	1	2	1	2
Zona di piantagione	bassa quota	media quota	media quota	media quota	media quota	alta quota	alta quota	alta quota
Tipo Beneficio	Ambientale economico	Ambientale economico	economico ambientale	economico ambientale	economico preval.	economico preval.	ambientale prevalente	ambientale prevalente
livello del beneficio economico	basso	basso	medio alto	medio alto	elevato	elevato	medio basso	medio basso
livello del beneficio ambientale	alto	alto	medio alto	medio alto	medio	medio	alto	alto
Fine forestale (Dlgs.386/2003)	rimboschimento	Rimboschimento	castagneto da frutto o da legno	castagneto da frutto o da legno	produzione da legno	produzione da legno	Rimboschimento	Rimboschimento
Potenziale genetico disponibile	basso	basso	elevato	elevato	elevato	elevato	basso	basso
tipo di carattere	adattativi	adattativi	fenotipi e resist.	fenotipi e resist.	adattativi e produz.	adattativi e produz.	adattativi	adattativi
Priorità del miglior.to	media	media	alta	alta	alta	alta	media	media
intensità di miglioram.to necessaria**	bassa	bassa	elevata	elevata	medio alta	medio alta	bassa	bassa

* per il castagno, specie di elevato valore da frutto e da legno i limiti sono posti dall'elevato rischio di investimento per le numerose patologie a cui è soggetto. ** l'elevata intensità è correlata a minor variabilità.

2022 1970 - 2000 1958 1908
← TIME SCALE



2022 1970 - 2000 1958 1908
 ← TIME SCALE



Popolazioni riproduttive a lungo termine

Per soddisfare programmi di riproduzione a lungo termine.

Sostenere la selezione naturale e quella massale fenotipica.

In queste popolazioni la variazione genetica si mantiene approssimativamente allo stesso livello delle popolazioni selvatiche.

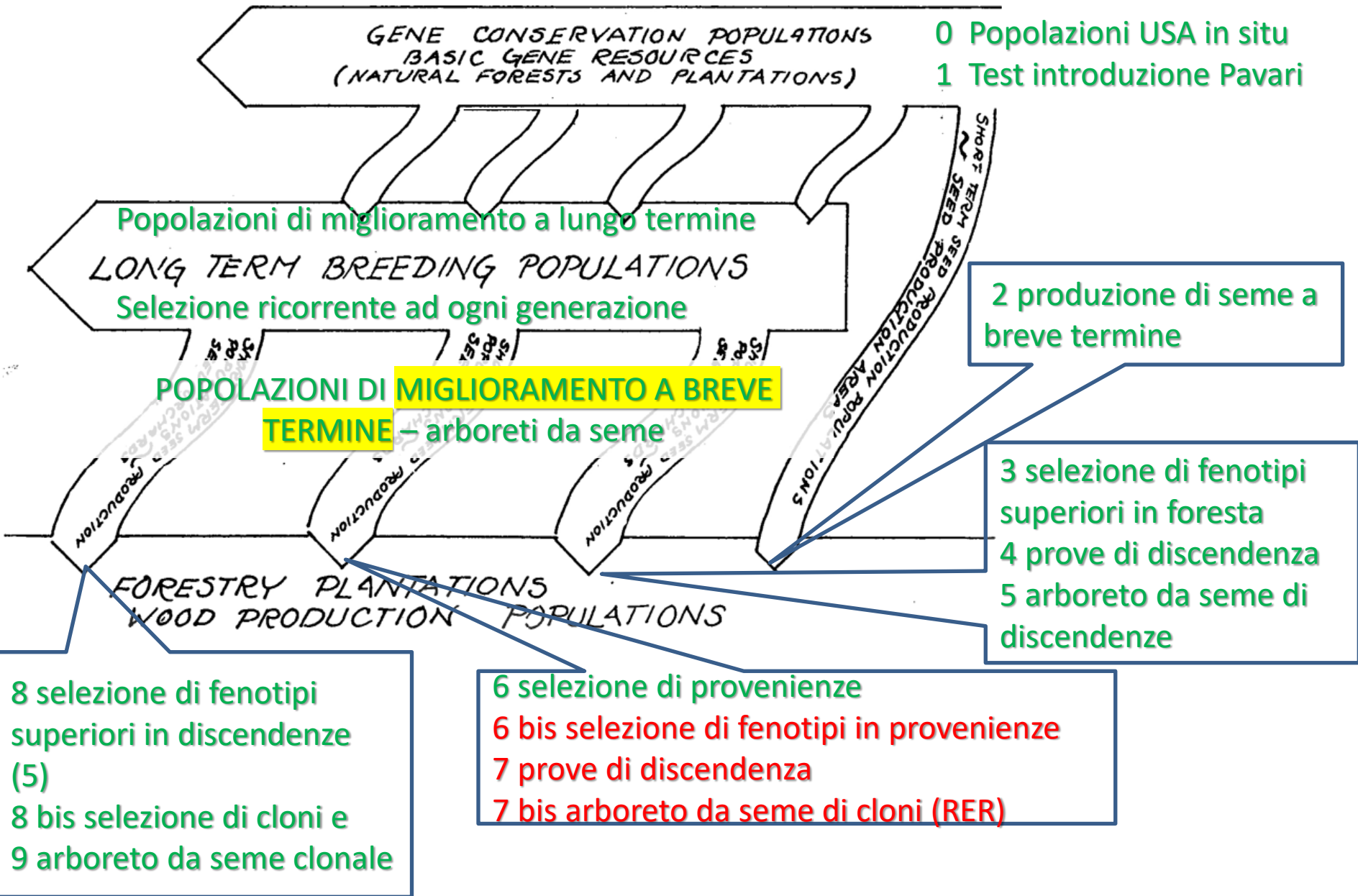
Anche dopo molte generazioni, le popolazioni dovrebbero ancora essere abbastanza flessibili per ulteriore miglioramento e per possibili nuove direzioni.

Che livello di intensità stiamo applicando?

MIGLIORAMENTO A BASSA INTENSITA'		
Popolazione di base	Soprassuoli locali ed ecotipi selvatici locali	Campioni rappresentativi dovrebbero essere conservati come risorse genetiche in situ
Fornitura di semi a breve termine	Zone di raccolta del seme, materiali identificati alla fonte, materiali selezionati , Aree di produzione del seme	Nessun test di provenienza richiesto
Popolazioni per il miglioramento a lungo termine	I boschi e popolazioni da seme sopra citati	
Popolazioni per Miglioramento a lungo termine in successive generazioni	Nuove aree di produzione di semi	

Una variante è il **Miglioramento con selezione di massa in blocco (bulked)**: la prossima generazione viene creata ripetutamente **propagando in massa fenotipi superiori** dalla **selezione di massa (100-200 più alberi)**. Queste nuove generazioni di semenzali sono piantate in siti replicati e preferibilmente isolate dal polline contaminante. Questa è una procedura ricorrente, che è in grado di **sviluppare varietà autoctone locali**.

2022 1970 - 2000 1958 1908
 ← TIME SCALE



Popolazioni per la produzione di semi a breve termine

È da queste unità produttive di semi che il guadagno genetico è trasferito alla pratica selvicolturale attraverso i MFR.

Gli **arboreti da seme** sono progettati specificamente per questo scopo. (variabilità controllata)

Piantagioni selezionate possono essere convertite in aree di produzione di semi. (variabilità naturale elevata nei MFR, SNPs?)

All'altra estremità della scala, i **arboreti clonali** e **cloni** possono essere prodotti per lo stesso scopo. (bassa variabilità nei MFR se troppo severi, max guadagno genetico)

Un ulteriore guadagno genetico attraverso una **selezione più forte per tratti più specifici** può essere spesso realizzato da queste popolazioni. (ridotta variabilità nei MFR)

MIGLIORAMENTO DI MEDIA INTENSITA'

Popolazione di base

- 1) foreste locali naturali,
- 2) razze selvatiche locali,
- 3) fonti esotiche,
- 4) soprassuoli di provenienze

Individuate attraverso prove di provenienza e analisi genetiche

Approvvigionamento di seme a breve termine

Importazione da fonti esotiche o locali. Soprassuoli da seme di almeno 3 provenienze di successo.

Popolazioni di miglioramento a lungo termine

Soprassuoli da seme di provenienze, seguiti da **selezione massale** (100 - 200 piante plus) - usando magari metodo bulk (discendenze riprodotte in massa).
Si applica la procedura del **metodo ricorrente**.

MIGLIORAMENTO AD ALTA INTENSITÀ

Selezione di massa seguita da Arboreti da seme di semenzali (Seedling Seed Orchards -SSO).

Si procede come per Media intensità fino all'insediamento di popolazioni riproduttive per ottenere:

- 1) Famiglie di frateLLastri da oltre 100-200 alberi tenute separate e messe in SSO. Le famiglie a impollinazione aperta nell'SSO vengono testate in diversi siti per valutarne il valore colturale.
- 2) La selezione diretta nelle migliori famiglie di frateLLastri costituisce la base della prossima generazione di SSO. Qualche restrizione sul pedigree richiesta per contrastare una base genetica troppo ristretta.

Usi:

- 1) Fornitura di semi a breve termine nelle generazioni successive da:
 - a. Seed Stands e/o SSO.... e/o
 - b. Clonal Seed Orchards (opzione CSO).

Sperimentazione Italiana parallela agli altri
paesi europei in stretto contatto

Lo schema di miglioramento

70 m

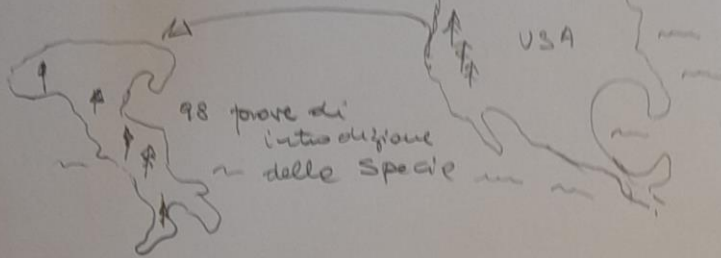


1867 - 1913 Prime introduzioni in Italia sporadiche

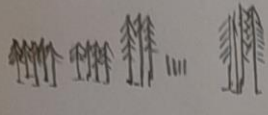


osservazione dendrologica del comportamento

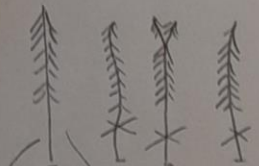
1922 - 1938 Introduzione organizzata nel territorio nazionale - Regione emiliana



1958 - 1960 - 1970

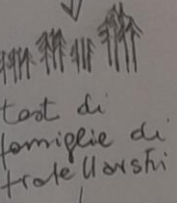


* Studio ecologico e Regioni di Provenienza
* Test di provenienza



Selezione di piante plus in prove di introduzione

raccolte di seme e marze



test di famiglie di fratelli Marzili

Arboreto da seme

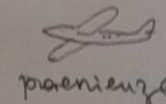
arboreti clonali



Arboreti da seme

Rinnovazione naturale

Acquisto seme in uso di provenienze



1867 - 1913, Prove di introduzione fine ' (800 primi decenni '900 Chianti e Vallombrosa, Scuola Forestale), si fa notare negli arboreti dendrologici;

1922 - 1938, Pavari avvia nuove prove di introduzione in grande stile (98 test in Italia);

1958, Pavari e Morandini passano alla fase di selezione di provenienze, studi climatici per la scelta delle provenienze da provare nell'Appennino.

1960 - 1970, Morandini seleziona i primi fenotipi in foresta, Tocci: inizia le prime prove di progenie (Casentino);

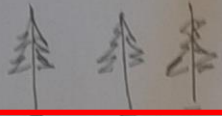
1969 - 2016, Morandini, Tocci, Ducci: l'Italia partecipa alla sperimentazione di provenienze IUFRO 1969/1970 in Europa, coordinata da Barner (Vallombrosa/ Faltona/Millerose);

2003, Ducci: avviato un test di Provenienze/progenie Italiane vs. prov. Burnt Wood (Progetto Eudirec, Alpe Catenaia);

2009 - 2016, Ducci e il Gruppo di lavoro CREA SEL, iniziano gli studi sull'adattamento delle provenienze di Douglasia agli effetti del cambiamento Climatico (Progetti RGV FAO e Trees4Future).

2016 - 2022 Monteverdi, Ducci **DoNaTo, nuove selezioni e arboreti clonali**

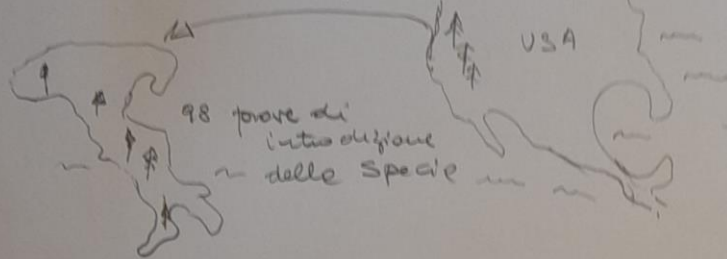
1867 - 1913 Prime introduzioni in Italia sporadiche



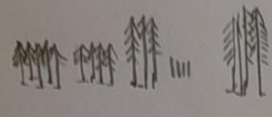
osservazione dendrologica del comportamento

1922 - 1938

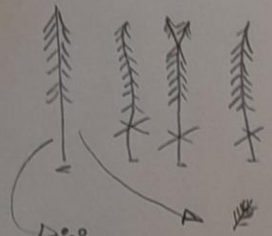
Introduzione organizzata sul territorio nazionale - Riproduzione assistita



1958 - 1960 - 1970



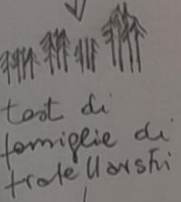
* Studio ecologico e Regioni di Provenienza
* Test di provenienza



Selezione di piante plus in prove di introduzione

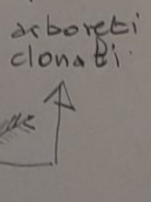
raccolte di seme e

marze

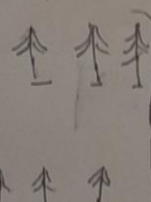


test di famiglie di fratelli Waitski

Arboreto da seme



arboreti clonali



Arboreti di seme

Rinnovazione naturale

Acquisto seme in uso di provenienze

1908 - 1913, Prove di introduzione fine ' (800 primi decenni '900 Chianti e Vallombrosa, Scuola Forestale);

1922 - 1938, Pavari avvia nuove prove di introduzione in grande stile (98 test in Italia); , studi climatici preliminari per la scelta delle provenienze da provare nell'Appennino.

1958, Pavari e Morandini passano alla fase di selezione di provenienze, Spedalinga ed altre prove.

1960 - 1970, Morandini seleziona i primi fenotipi in foresta, Tocci: inizia le prime prove di progenie (Casentino);

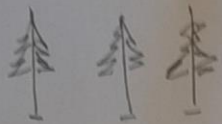
1969 - 2016, Morandini, Tocci, Ducci: l'Italia partecipa alla sperimentazione di provenienze IUFRO 1969/1970 in Europa, coordinata da Barner (Vallombrosa/ Faltona/Millereose);

2003, Ducci: avviato un test di Provenienze/progenie Italiane vs. prov. Burnt Wood (Progetto Eudirec, Alpe Catenaia);

2009 - 2016, Ducci e il Gruppo di lavoro CREA SEL, iniziano gli studi sull'adattamento delle provenienze di Douglasia agli effetti del cambiamento Climatico (Progetti RGV FAO e Trees4Future).

2016 - 2022 Monteverdi, Ducci **DoNaTo, nuove selezioni e arboreti clonali**

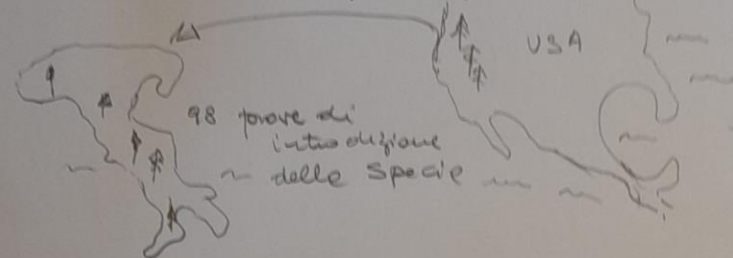
1867 - 1913 Prime introduzioni in Italia sporadiche



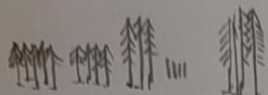
osservazione dendrologica del comportamento

1922 - 1938

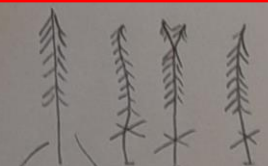
Introduzione organizzata sul territorio nazionale - Riproduzione assistita



1958 - 1960 - 1970



* Studio ecologico e Regioni di Provenienza
* Test di provenienza



Selezione di piante plus in prove di introduzione

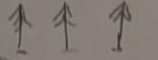
raccolte di seme e marze

marze

arboreti clonali

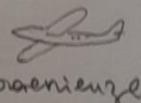


Arboreti di seme



Rinnovazione naturale

Acquisto seme in uso di provenienze



1908 - 1913, Prove di introduzione fine ' (800 primi decenni '900 Chianti e Vallombrosa, Scuola Forestale);

1922 - 1938, Pavari avvia nuove prove di introduzione in grande stile (98 test in Italia);

1958, Pavari e Morandini passano alla fase di selezione di provenienze, studi climatici per la scelta delle provenienze da provare nell'Appennino.

1960 - 1970, Morandini seleziona i primi fenotipi in foresta, Tocci: inizia le prime prove di progenie (Casentino);

1969 - 2016, Morandini, Tocci, Ducci: l'Italia partecipa alla sperimentazione di provenienze IUFRO 1969/1970 in Europa, coordinata da Barner (Vallombrosa/Faltona/Millerose);

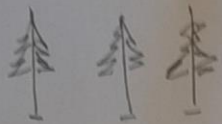
2003, Ducci: avviato un test di Provenienze/progenie Italiane vs. prov. Burnt Wood (Progetto Eudirec, Alpe Catenaia);

2009 - 2016, Ducci e il Gruppo di lavoro CREA SEL, iniziano gli studi sull'adattamento delle provenienze di Douglasia agli effetti del cambiamento Climatico (Progetti RGV FAO e Trees4Future).

2016 - 2022 Monteverdi, Ducci **DoNaTo, nuove selezioni e arboreti clonali**

Tre Fonti di approvvigionamento: Rinnovazione naturale, i boschi naturalizzati da seme, arboreti, acquisto in USA

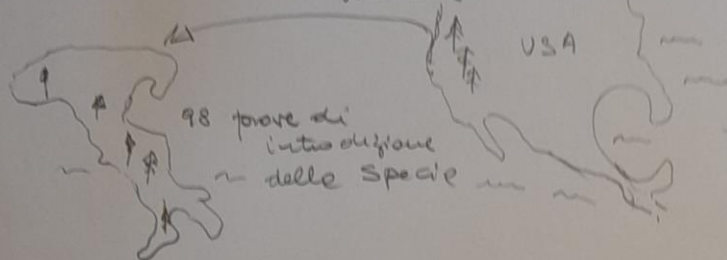
1867 - 1913 Prime introduzioni in Italia
sporadiche



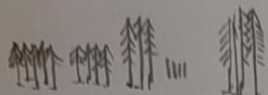
osservazione dendrologica del
comportamento

1922 - 1938

Introduzione organizzata sul territorio
nazionale - Riproduzione assistita

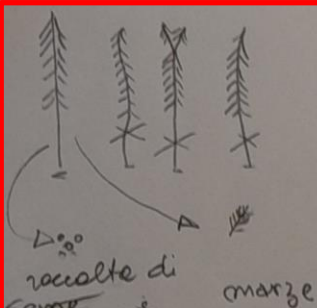


1958 - 1960 - 1970

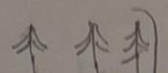


* Studio ecologico e Regioni di
Provenienza
* Test di provenienza

Selezione di piante plus
- prove di introduzione



arboreti
clonali



Arboreti
de
seme



Rinnovazione
naturale

Acquisto seme
in uso di

provenienze

1908 - 1913, Prove di introduzione fine ' (800 primi
decenni '900 Chianti e Vallombrosa, Scuola Forestale);

1922 - 1938, Pavari avvia nuove prove di introduzione in
grande stile (98 test in Italia);

1958, Pavari e Morandini passano alla fase di selezione di
provenienze, studi climatici per la scelta delle
provenienze da provare nell'Appennino.

1960 - 1970, Morandini seleziona i primi fenotipi in
foresta, Tocci: inizia le prime prove di progenie
(Casentino);

1969 - 2016, Morandini, Tocci, Ducci: l'Italia partecipa
alla sperimentazione di provenienze IUFRO 1969/1970 in
Europa, coordinata da Barner (Vallombrosa/
Faltona/Millerose);

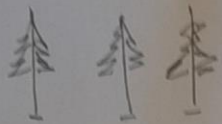
2003, Ducci: avviato un test di Provenienze/progenie
Italiane vs. prov. Burnt Wood (Progetto Eudirec, Alpe
Catenaia);

2009 - 2016, Ducci e il Gruppo di lavoro CREA SEL,
iniziano gli studi sull'adattamento delle provenienze di
Douglasia agli effetti del cambiamento Climatico
(Progetti RGV FAO e Trees4Future).

2016 - 2022 Monteverdi, Ducci **DoNaTo, nuove
selezioni e arboreti clonali**

**Tre Fonti di approvvigionamento: Rinnovazione
naturale, i boschi naturalizzati da seme, arboreti,
acquisto in USA**

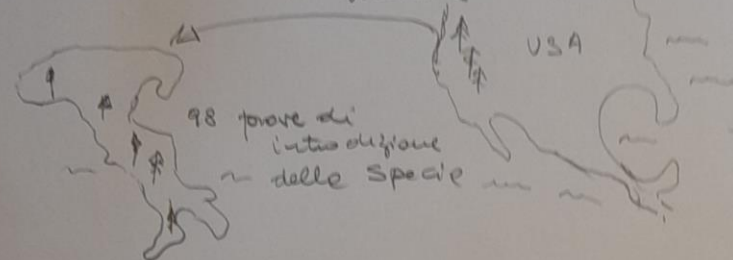
1867 - 1913 Prime introduzioni in Italia sporadiche



osservazione dendrologica del comportamento

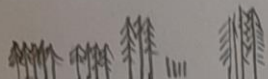
1922 - 1938

Introduzione organizzata sul territorio nazionale - Riproduzione assistita



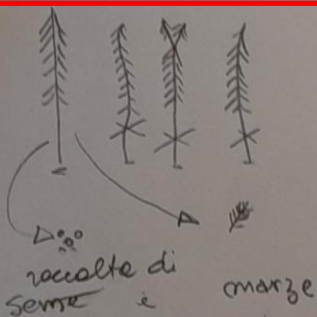
98 prove di introduzione delle specie

1958 - 1960 - 1970



* Studio ecologico e Regioni di Provenienza
* Test di provenienza

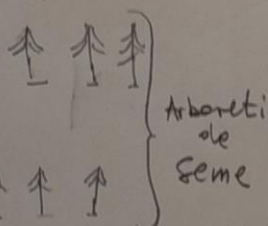
Selezione di piante plus in prove di introduzione



test di famiglie di fratelli

Arboreto da seme

arboreti clonali



Rinnovazione naturale

Acquisto seme in uso di

provenienze

1908 - 1913, Prove di introduzione fine ' (800 primi decenni '900 Chianti e Vallombrosa, Scuola Forestale);

1922 - 1938, Pavari avvia nuove prove di introduzione in grande stile (98 test in Italia);

1958, Pavari e Morandini passano alla fase di selezione di provenienze, studi climatici per la scelta delle provenienze da provare nell'Appennino.

1960 - 1970, Morandini seleziona i primi fenotipi in foresta, Tocci: inizia le prime prove di progenie (Casentino);

1969 - 2016, Morandini, Tocci, Ducci: l'Italia partecipa alla sperimentazione di provenienze IUFRO 1969/1970 in Europa, coordinata da Barner (Vallombrosa/Faltona/Millerose); Treebreedex

2003, Ducci: avviato un test di Provenienze/progenie Italiane vs. prov. Burnt Wood (Progetto Eudirec, Alpe Catenaia); Treebreedex - Trees4Future

2009 - 2016, Ducci e il Gruppo di lavoro CREA SEL, iniziano gli studi sull'adattamento delle provenienze di Douglasia agli effetti del cambiamento Climatico (Progetti RGV FAO e Trees4Future).

2016 - 2022 Monteverdi, Ducci **DoNaTo, nuove selezioni e arboreti clonali**

Tre Fonti di approvvigionamento: Rinnovazione naturale, i boschi naturalizzati da seme, arboreti, acquisto in USA

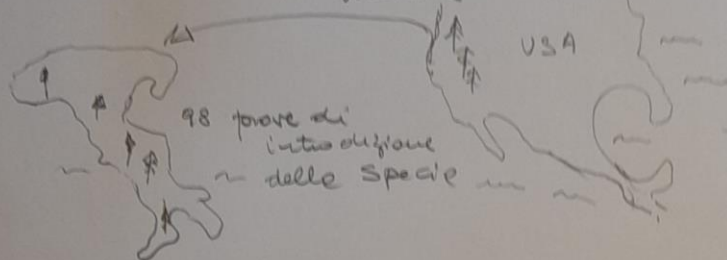
1867 - 1913 Prime introduzioni in Italia sporadiche



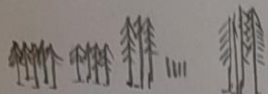
osservazione dendrologica del comportamento

1922 - 1938

Introduzione organizzata sul territorio nazionale - Riproduzione assistita

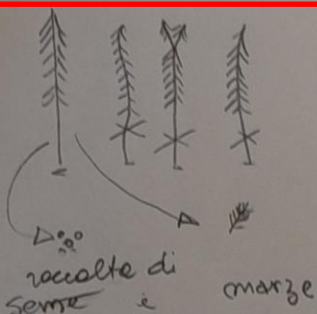


1958 - 1960 - 1970



* Studio ecologico e Regioni di Provenienza
* Test di provenienza

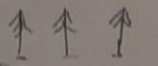
Selezione di piante plus
- prove di introduzione



arboreti clonali



Arboreti
de
Seme



test di famiglie di piante Marshalli

Arboreto da seme

Rinnovazione naturale

Acquisto seme in uso di

provenienze

1908 - 1913, Prove di introduzione fine ' (800 primi decenni '900 Chianti e Vallombrosa, Scuola Forestale);

1922 - 1938, Pavari avvia nuove prove di introduzione in grande stile (98 test in Italia);

1958, Pavari e Morandini passano alla fase di selezione di provenienze, studi climatici per la scelta delle provenienze da provare nell'Appennino.

1960 - 1970, Morandini seleziona i primi fenotipi in foresta, Tocci: inizia le prime prove di progenie (Casentino);

1969 - 2016, Morandini, Tocci, Ducci: l'Italia partecipa alla sperimentazione di provenienze IUFRO 1969/1970 in Europa, coordinata da Barner (Vallombrosa/Faltona/Millerose); Treebreedex

2003, Ducci: avviato un test di Provenienze/progenie Italiane vs. prov. Burnt Wood (Progetto Eudirec, Alpe Catenaia); Treebreedex - Trees4Future

2009 - 2016, Ducci e il Gruppo di lavoro CREA SEL, iniziano gli studi sull'adattamento delle provenienze di Douglasia agli effetti del cambiamento Climatico (Progetti RGV FAO e Trees4Future).

2016 - 2022 Monteverdi, Ducci DoNaTo, nuove selezioni e arboreti clonali

Tre Fonti di approvvigionamento: Rinnovazione naturale, i boschi naturalizzati da seme, arboreti, acquisto in USA

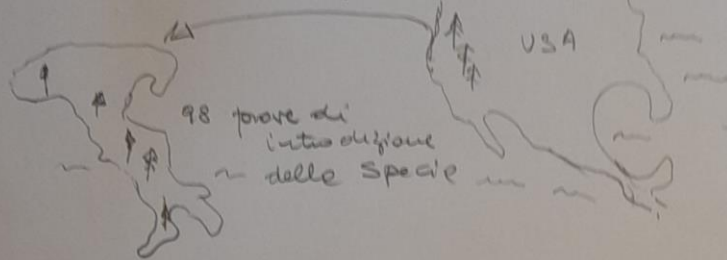
1867 - 1913 Prime introduzioni in Italia sporadiche



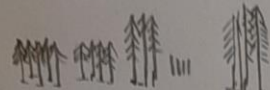
osservazione dendrologica del comportamento

1922 - 1938

Introduzione organizzata sul territorio nazionale - Riproduzione assistita



1958 - 1960 - 1970



* Studio ecologico e Regioni di Provenienza
* Test di provenienza

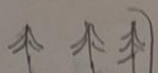
Selezione di piante plus in prove di introduzione



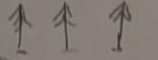
raccolte di seme e

marze

arboreti clonali



Arboreti di seme



Rinnovazione naturale

Acquisto seme in uso di

provenienze

1908 - 1913, Prove di introduzione fine ' (800 primi decenni '900 Chianti e Vallombrosa, Scuola Forestale);

1922 - 1938, Pavari avvia nuove prove di introduzione in grande stile (98 test in Italia);

1958, Pavari e Morandini passano alla fase di selezione di provenienze, studi climatici per la scelta delle provenienze da provare nell'Appennino.

1960 - 1970, Morandini seleziona i primi fenotipi in foresta, Tocci: inizia le prime prove di progenie (Casentino);

1969 - 2016, Morandini, Tocci, Ducci: l'Italia partecipa alla sperimentazione di provenienze IUFRO 1969/1970 in Europa, coordinata da Barner (Vallombrosa/Faltona/Millerose);

2003, Ducci: avviato un test di Provenienze/progenie Italiane vs. prov. Burnt Wood (Progetto Eudirec, Alpe Catenaia);

2009 - 2016, Ducci e il Gruppo di lavoro CREA SEL, iniziano gli studi su riconoscimento genetico delle naturalizzate e l'adattamento delle provenienze di Douglasia (Progetti RGV FAO e Trees4Future).

2016 - 2022 Monteverdi, Ducci DoNaTo, nuove selezioni e arboreti clonali

Tre Fonti di approvvigionamento: Rinnovazione naturale, i boschi naturalizzati da seme, arboreti, acquisto in USA

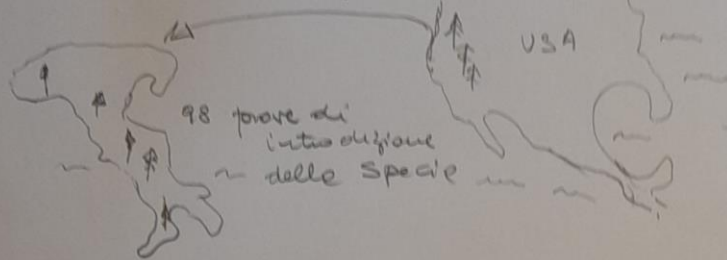
1867 - 1913 Prime introduzioni in Italia
sporadiche



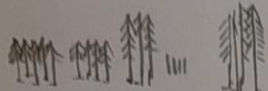
osservazione dendrologica del
comportamento

1922 - 1938

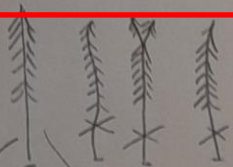
Introduzione organizzata sul territorio
nazionale - Riproduzione assistita



1958 - 1960 - 1970



* Studio ecologico e Regioni di
Provenienza
* Test di provenienza



Selezione di piante per
prove di introduzione

raccolte di
seme

marze

arboreti
clonali

Rinnovazione
naturale

Acquisto seme
in uso di

provenienze

test di
famiglie di
trale Harsh

Arboreto da seme

Arboreti
de
seme

1908 - 1913, Prove di introduzione fine ' (800 primi
decenni '900 Chianti e Vallombrosa, Scuola Forestale);

1922 - 1938, Pavari avvia nuove prove di introduzione in
grande stile (98 test in Italia);

1958, Pavari e Morandini passano alla fase di selezione di
provenienze, studi climatici per la scelta delle
provenienze da provare nell'Appennino.

1960 - 1970, Morandini seleziona i primi fenotipi in
foresta, Tocci: inizia le prime prove di progenie
(Casentino);

1969 - 2016, Morandini, Tocci, Ducci: l'Italia partecipa
alla sperimentazione di provenienze IUFRO 1969/1970 in
Europa, coordinata da Barner (Vallombrosa/
Faltona/Millerose);

2003, Ducci: avviato un test di Provenienze/progenie
Italiane vs. prov. Burnt Wood (Progetto Eudirec);

2009 - 2016, Ducci e il Gruppo di lavoro CREA SEL,
iniziano gli studi su riconoscimento genetico delle
naturalizzate e l'adattamento delle provenienze di
Douglasia (Progetti RGV FAO e Trees4Future).

2016 - 2022 Monteverdi, Ducci **DoNaTo, nuove
selezioni e arboreti clonali**

Tre Fonti di approvvigionamento: Rinnovazione
naturale, i boschi naturalizzati da seme, arboreti,
acquisto in USA

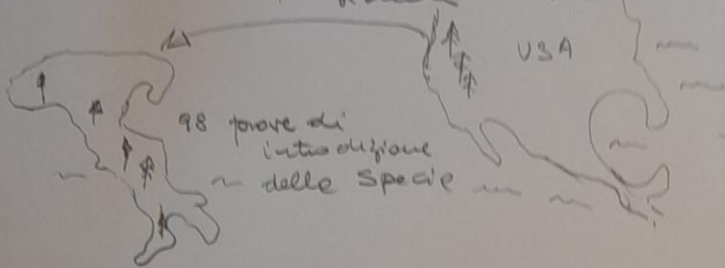
1867 - 1913 Prime introduzioni in Italia
sporadiche



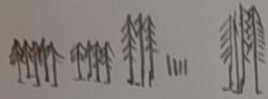
osservazione dendrologica del
comportamento

1922 - 1938

Introduzione organizzata sul territorio
nazionale - 14 provenienze americane

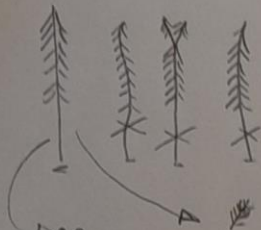


1958 - 1960 - 1970



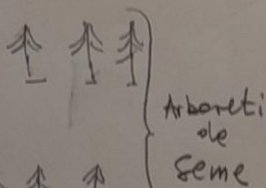
* Studio ecologico e Regioni di
Provenienza
* Test di provenienza

Selezione di piante plus in
prove di introduzione



raccolte di
seme e marze

arboreti
clonali



Arboreti
de
seme

test di
famiglie di
fratelli Houshi
Arboreto da seme

Rinnovazione
naturale

Acquisto seme
in una di
provenienze

1908 - 1913, Prove di introduzione fine ' (800 primi decenni '900 Chianti e Vallombrosa, Scuola Forestale);

1922 - 1938, Pavari avvia nuove prove di introduzione in grande stile (98 test in Italia);

1958, Pavari e Morandini passano alla fase di selezione di provenienze, studi climatici per la scelta delle provenienze da provare nell'Appennino.

1960 - 1970, Morandini seleziona i primi fenotipi in foresta, Tocci: inizia le prime prove di progenie (Casentino);

1969 - 2016, Morandini, Tocci, Ducci: l'Italia partecipa alla sperimentazione di provenienze IUFRO 1969/1970 in Europa, coordinata da Barner (Vallombrosa/Faltona/Millerose);

2003, Ducci: avviato un test di Provenienze/progenie Italiane vs. prov. Burnt Wood (Progetto Eudirec);

2009 - 2016, Ducci e il Gruppo di lavoro CREA SEL, iniziano gli studi su riconoscimento genetico delle naturalizzate e l'adattamento delle provenienze di Douglasia (Progetti RGV FAO e Trees4Future).

2016 - 2022 Monteverdi, Ducci **DoNaTo, nuove selezioni e arboreti clonali**

Tre Fonti di approvvigionamento: Rinnovazione naturale, i boschi naturalizzati da seme, arboreti, acquisto in USA

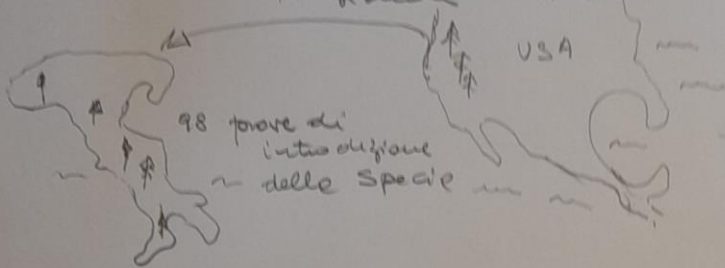
1867 - 1913 Prime introduzioni in Italia
sporadiche



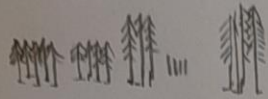
osservazione dendrologica del
comportamento

1922 - 1938

Introduzione organizzata sul territorio
nazionale - 14 provenienze americane

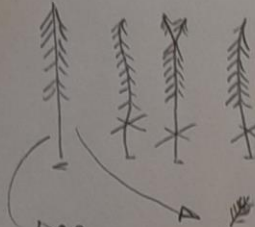


1958 - 1960 - 1970

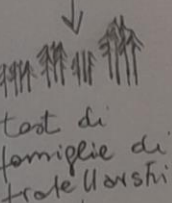


* Studio ecologico e Regioni di
Provenienza
* Test di provenienza

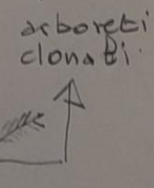
Selezione di piante plus in
prove di introduzione



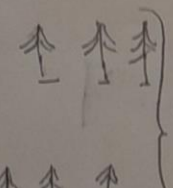
raccolte di
seme e
marze



test di
famiglie di
fratelli Harshii
Arboreto da seme

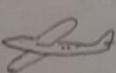


arboreti
clonali



Arboreti
da seme

Rinnovazione
naturale

Acquisto seme
in uso di

provenienze

1908 - 1913, Prove di introduzione fine ' (800 primi decenni '900 Chianti e Vallombrosa, Scuola Forestale);

1922 - 1938, Pavari avvia nuove prove di introduzione in grande stile (98 test in Italia);

1958, Pavari e Morandini passano alla fase di selezione di provenienze, studi climatici per la scelta delle provenienze da provare nell'Appennino.

1960 - 1970, Morandini seleziona i primi fenotipi in foresta, Tocci: inizia le prime prove di progenie (Casentino);

1969 - 2016, Morandini, Tocci, Ducci: l'Italia partecipa alla sperimentazione di provenienze IUFRO 1969/1970 in Europa, coordinata da Barner (Vallombrosa/Faltona/Millerose);

2003, Ducci: avviato un test di Provenienze/progenie Italiane vs. prov. Burnt Wood (Progetto Eudirec);

2009 - 2016, Ducci e il Gruppo di lavoro CREA SEL, iniziano gli studi su riconoscimento genetico delle naturalizzate e l'adattamento delle provenienze di Douglasia (Progetti RGV FAO e Trees4Future).

2016 - 2022 Monteverdi, Ducci **DoNaTo, nuove selezioni e arboreti clonali**

Tre Fonti di approvvigionamento: Rinnovazione naturale, i boschi naturalizzati da seme, arboreti, acquisto in USA

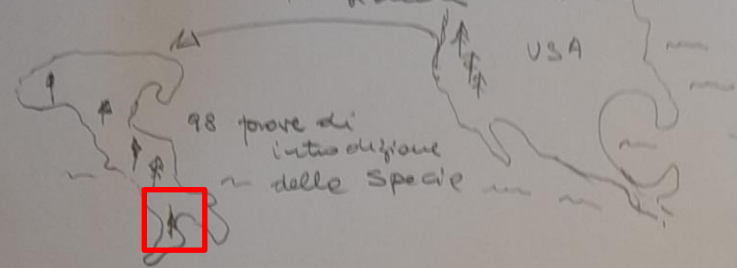
1867 - 1913 Prime introduzioni in Italia
sporadiche



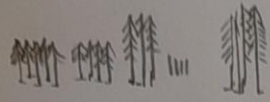
osservazione dendrologica del
comportamento

1922 - 1938

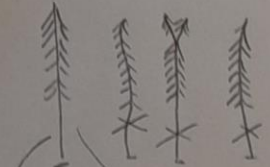
Introduzione organizzata sul territorio
nazionale - Regione emiliana



1958 - 1960 - 1970



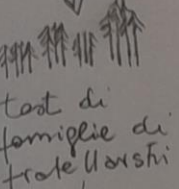
* Studio ecologico e Regioni di
Provenienza
* Test di provenienza



Selezione di piante plus in
prove di introduzione

raccolte di
seme

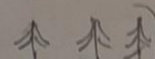
marze



test di
famiglie di
fratelli varietali

Arboreto da seme

arboreti
clonali



Arboreti
da
seme

Rinnovazione
naturale

Acquisto seme
in uso di
provenienze

1908 - 1913, Prove di introduzione fine ' (800 primi decenni '900 Chianti e Vallombrosa, Scuola Forestale);

1922 - 1938, Pavari avvia nuove prove di introduzione in grande stile (98 test in Italia);

1958, Pavari e Morandini passano alla fase di selezione di provenienze, studi climatici per la scelta delle provenienze da provare nell'Appennino.

1960 - 1970, Morandini seleziona i primi fenotipi in foresta, Tocci: inizia le prime prove di progenie (Casentino);

1969 - 2016, Morandini, Tocci, Ducci: l'Italia partecipa alla sperimentazione di provenienze IUFRO 1969/1970 in Europa, coordinata da Barner (Vallombrosa/ Faltona/ Millerose);

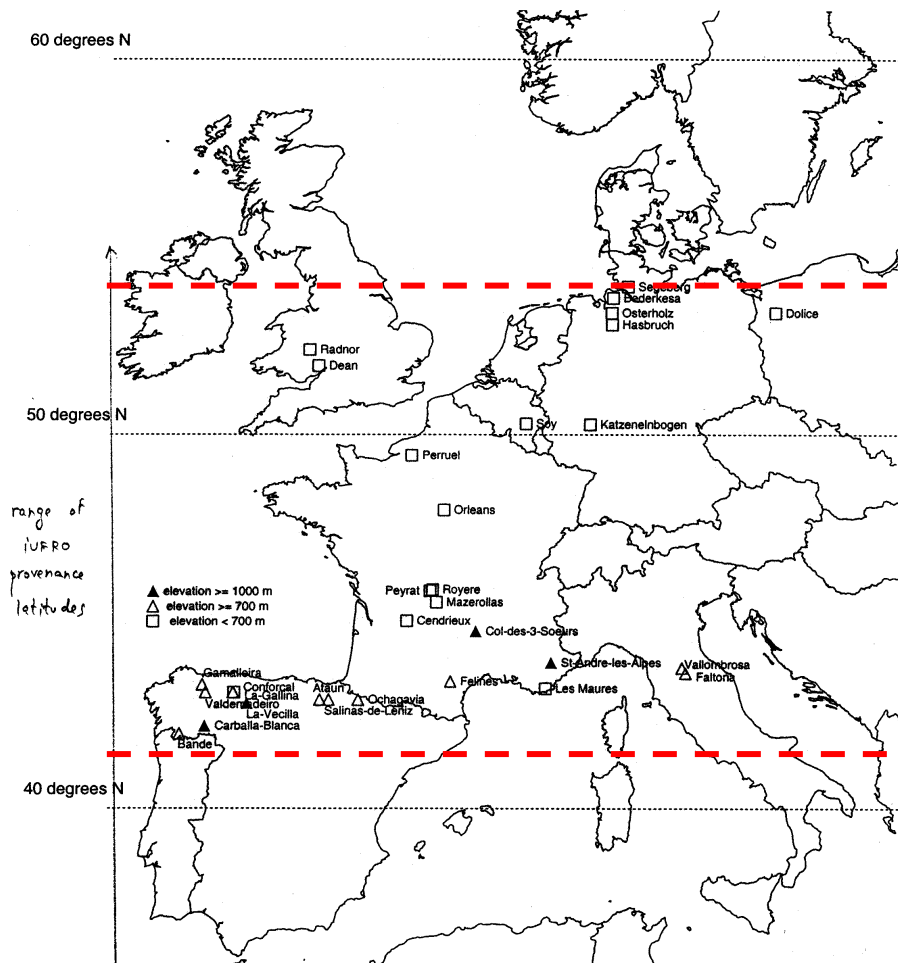
2003, Ducci: avviato un test di Provenienze/progenie Italiane vs. prov. Burnt Wood (Progetto Eudirec);

2009 - 2016, Ducci e il Gruppo di lavoro CREA SEL, iniziano gli studi su riconoscimento genetico delle naturalizzate e l'adattamento delle provenienze di Douglasia (Progetti RGV FAO e Trees4Future).

2016 - 2022 Monteverdi, Ducci DoNaTo, nuove selezioni e arboreti clonali

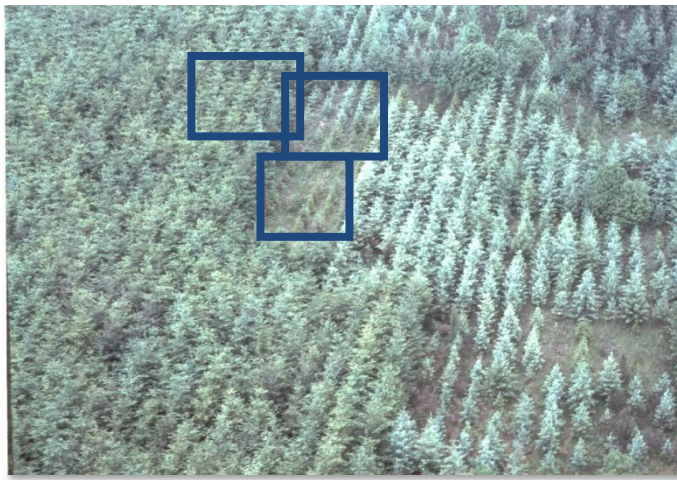
Quattro Fonti di diversità: Rinnovazione naturale, i boschi naturalizzati da seme, arboreti da seme, acquisto in USA

LOCATION OF IUFRO DOUGLAS-FIR PROVENANCE TESTS
TAKEN INTO ACCOUNT IN THE E.U. PROJECT 'EUDIREC'



Annual diameter increment

		survival (%)	mean (mm)	p (%)	n	1- 1/F _{prov}	res. CV	residual variance
B	Soy	80	6.4	0	60	0.84	25	2.881
D	Hasbruch		5.2	0	80	0.87	46	5.266
	Segeberg	34	6.9	0	65	0.90	25	2.778
	Osterholz	20	6.5	0	66	0.92	27	3.641
	Bederkesa		6.6	0	25	0.78	41	5.489
	Katzenelnb	22	6.8	0	20	0.61	28	3.097
F	Mazerollas	91	9.6	0	28	0.93	23	4.337
	Perruel		7.4	0	25	0.88	25	2.958
	Royère	90	9.5	0	20	0.88	25	4.637
	Peyrat		8.0	0	22	0.61	27	4.730
	Orléans		7.4	0	16	0.47	26	3.654
	Cendrieux		7.7	0	260	0.93	21	2.921
I	Faltona	77	7.1	0	47	0.92	32	3.520
	Vallombr.	87	6.3	0	49	0.64	23	3.045
PL	Dolice	76	6.3	2	24	0.48	26	2.420
UK	Dean		8.0	0	100	0.84	21	2.925
	Radnor		7.6	8	110	0.44	18	2.622



Scopo: la selezione di provenienze adatte all'ambiente appenninico

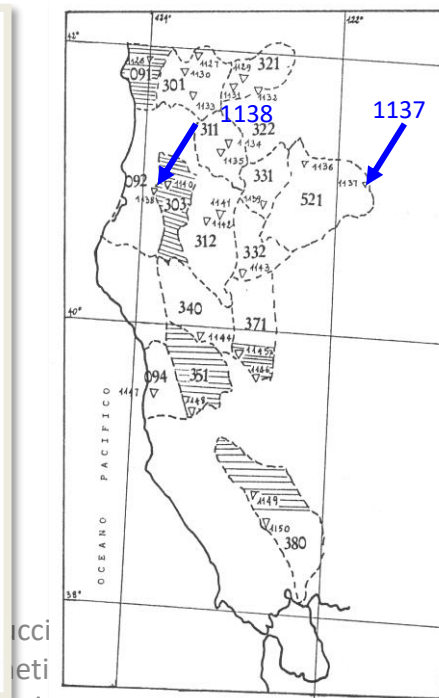
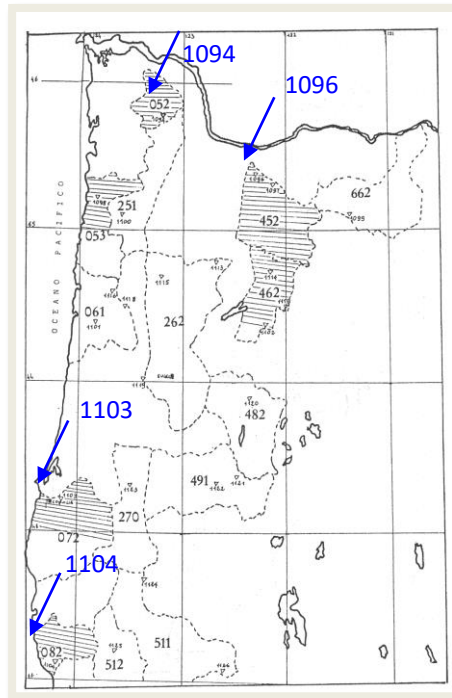
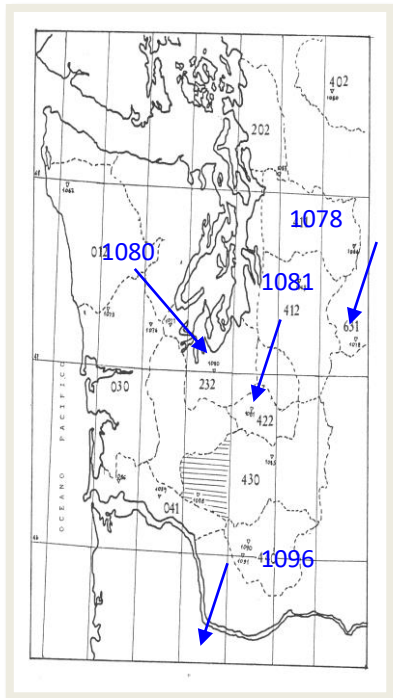
REGION: Italian Provenances

Provenance	Diam 130 cm	Stem form scored 1 - 4	Branch angle scored 1 - 7	Basal density penetration mm	Polycyclism cm of polycyclic growth	Roundness Diam1/Diam 2	% Mortality	Forks %
I15 Mercur.	21.7 a	3.31 b	5.6 a	13.47 a	10.37 a	.97 a	8.0	1.4
I11 Acquer.	21.1 b	3.01 a	5.2 a	14.99 b	8.86 a	.97 a	20.0	4.3
I8 Porretta	21.2 a	2.52 a	6.1 b	15.50 b	14.80 d	.97 a	12.7	6.1
Average	19.9	3.00	5.4	14.67	12.73	.97	13.6	3.93
Total	18.53	2.70	5.4	15.0	11.8	.97	28.2	6.01
Average								

Cascade e Willamette Valley:
"Alder Lake" 1081; "Yelm"
1080; "Cle Elum" 1078
standard; "Sandy" 1096.

Coast Range: tutte le
provenienze idonee,
correlazione negativa per
altitudine e distanza dal mare

California: "Barney"-1137; "Arcata" -
1138. Correlazioni con altitudine



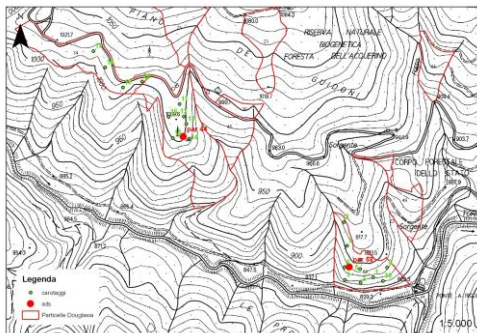
La posizione geografica delle Provenienze scelte ci fa pensare ad una elevata componente adattativa.

Per anni il Dr. Raffaello Meli (CFS) ha organizzato acquisti di seme da queste aree.)

Necessario Riconoscere **l'origine genetica delle provenienze "Italiane"** altamente produttive di *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (abete di Douglas) e verificare la **capacità adattativa** intraspecifica in relazione agli effetti del "Global Change".

Considerando il materiale utilizzato nelle sperimentazioni, quello più adatto agli scopi è il seguente:

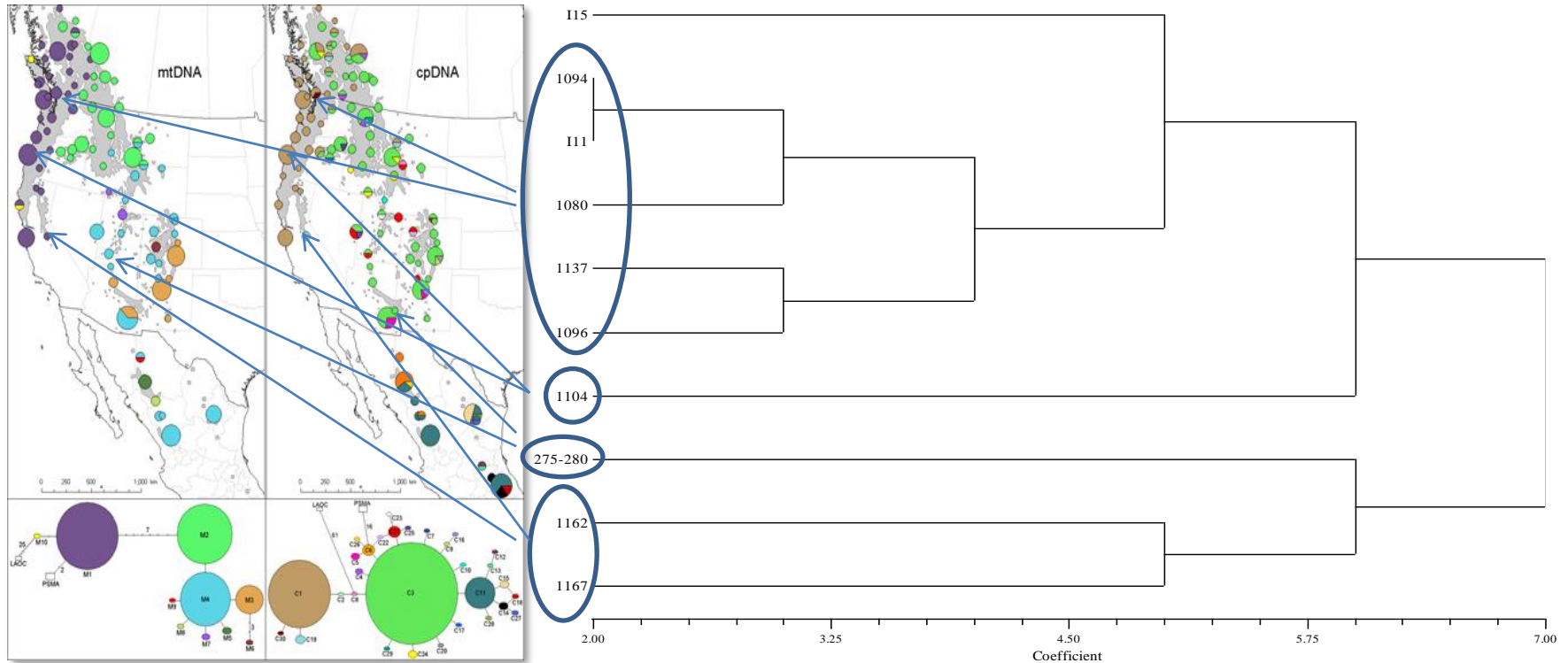
- 2 provenienze della regione di **Cascade range** (basse quote): 1080, 1096;
- 2 provenienze **Northern Coast Range** (basse quote, vicino all'Oceano): 1094, 1104;
- 1 della **Southern Coast Range** (alte quote): 1137;
- 3 dell'area interna continentale prossime alla Douglasia grigia
- **2 Italia: Appennini settentrionali centrali e meridionali, I11 (Acquerino-Abetone, Pt); I15 (Mercurella, Cs)**



Analisi genetica nDNA

Individuata la zona d'origine della Prov. I11
Acquerino. No quella di I15.

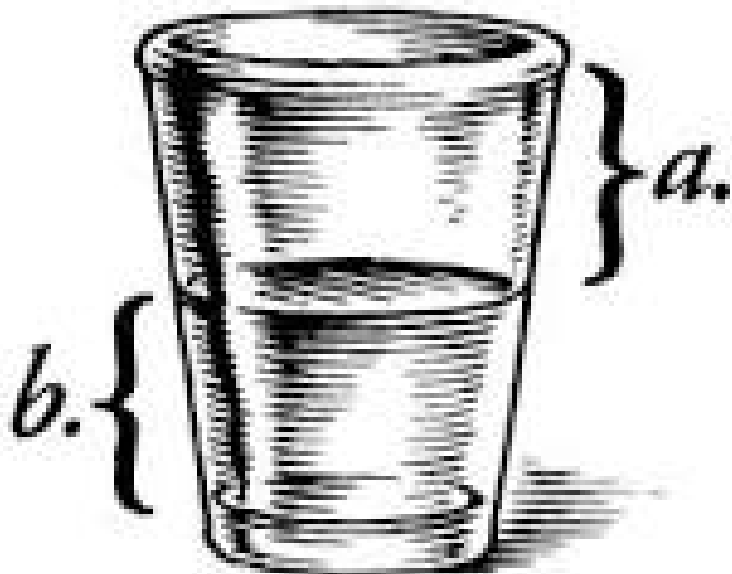
doug conf prov NI nei 72



Ci sono voluti **100 anni** per arrivare ad avere risultati sperimentali.

Grazie a Pavari e Morandini, hanno creato la **base genetica** su cui lavorare, le **popolazioni di lungo termine**.

Il **disinteresse dei decisori politici** e l'**assenza di una strategia nazionale**, l'**avversione ingiustificata per questa esotica** e la **discontinuità dei finanziamenti alla ricerca** hanno rallentato e reso il cammino difficile, ripreso solo grazie a **DoNaTo**.



Questa è la **metà vuota del bicchiere**

Abbiamo però indicazioni su:

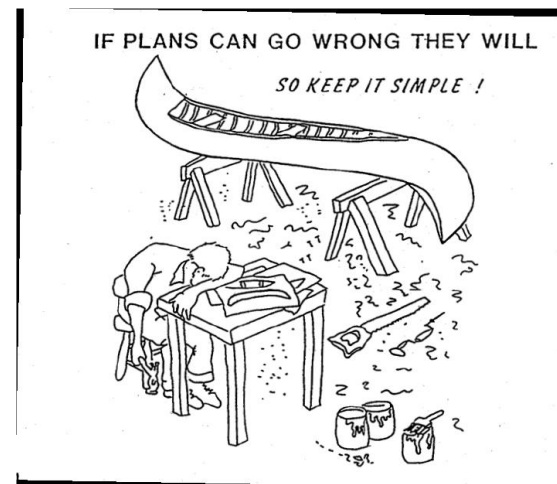
- dove cercare **nuovi materiali di base**:

1. nei luoghi di origine;
2. in Italia:
 - a. Nei boschi da seme;
 - b. In arboreti.

La strategia a **intensità medio-bassa** adottata ha permesso di mantenere **livelli di variabilità elevati**,

Considerando **l'emergenza climatica** e **l'estrema variabilità ambientale** e **inaffidabilità climatica del mediterraneo** è un male?

Una strategia sostenibile in termini di tempo e costi e più **robusta nei confronti dell'ambiente socio-economico**



Le prospettive offerte dalla Selezione Genomica (GS)



I programmi di miglioramento degli alberi seguono in genere schemi di **selezione ricorrente** su popolazioni multiple nel tempo e nello spazio:

- **popolazioni di base** in cui vengono effettuate selezioni fenotipiche iniziali,
- **popolazioni riproduttive** in cui vengono creati e testati incroci tra gli individui selezionati,
- **collezioni di popolazioni** (ad esempio arboreti da seme) che ospitano genotipi d'élite per la produzione di semi (Namkoong et al.,1988).

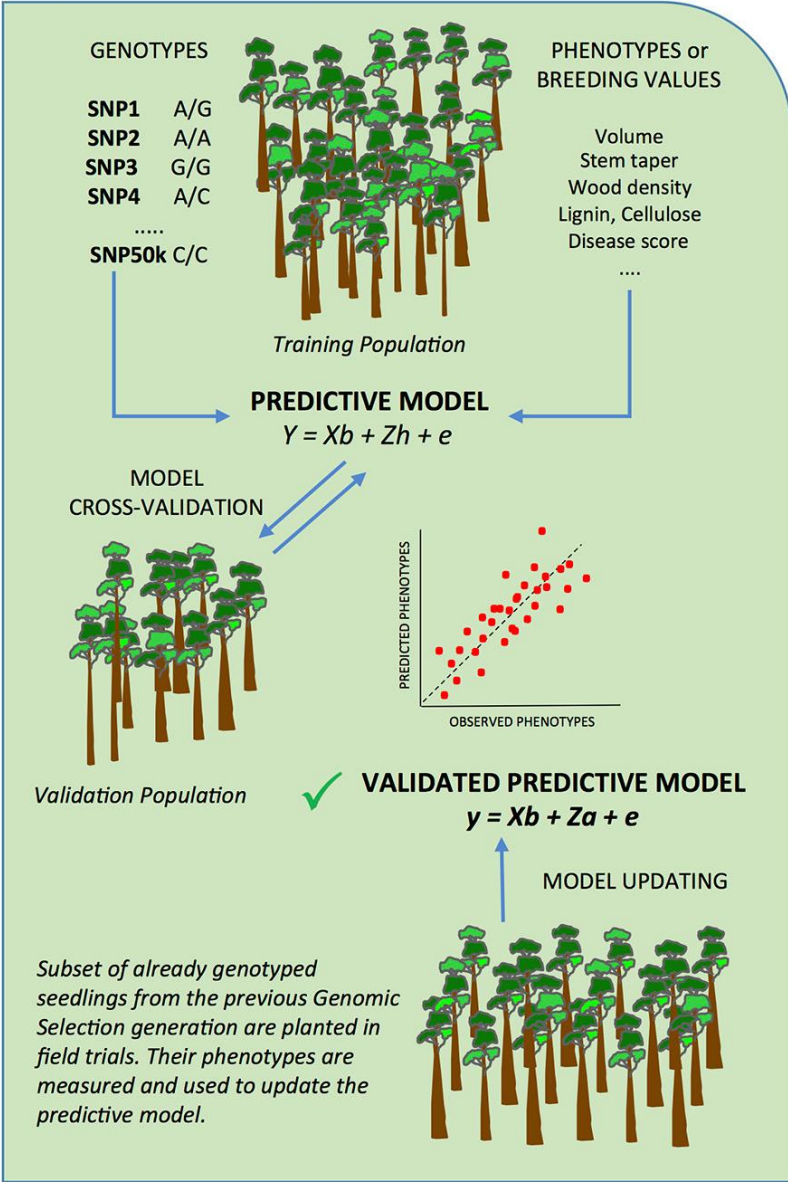
La GS consente di catturare una parte sostanziale del guadagno genetico senza ricorrere all'impollinazione controllata semplificando la parte sperimentale in campo.

Il metodo, chiamato «**Miglioramento senza miglioramento**» (BWB), combina:

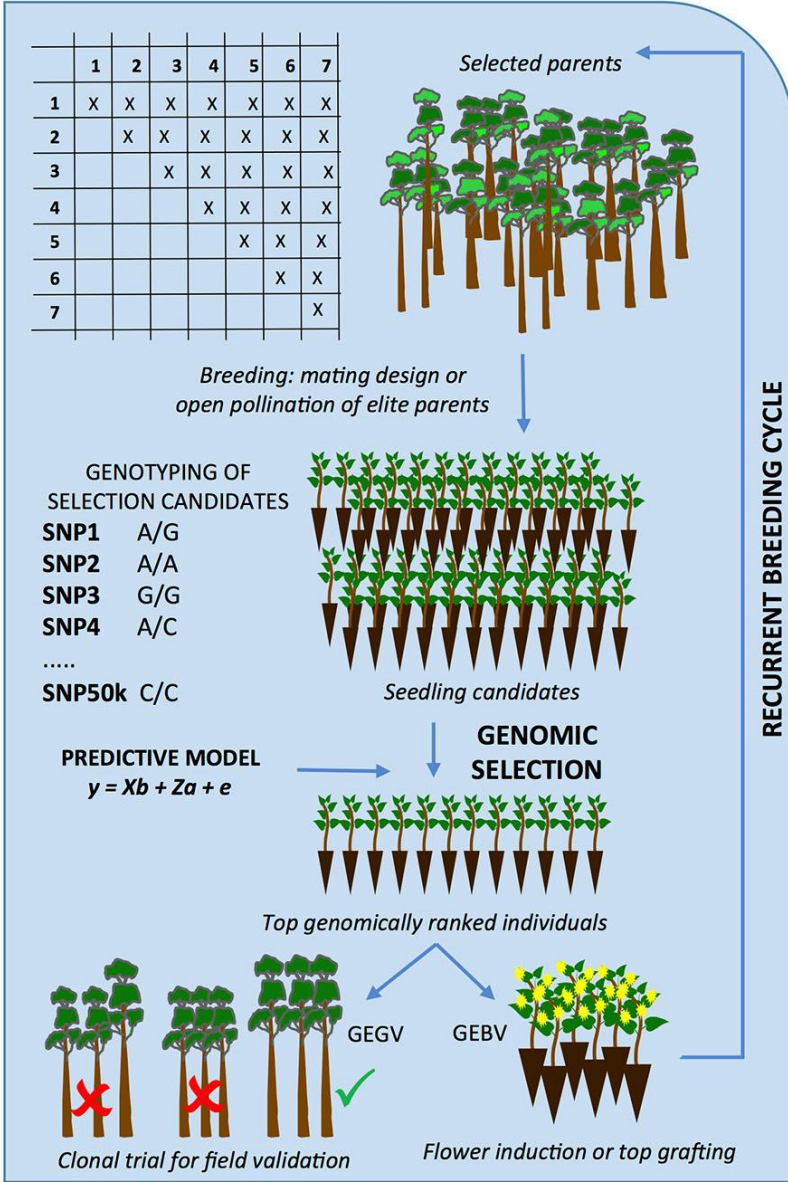
- la **preselezione fenotipica** o genotipica di individui superiori,
- la ricostruzione del pedigree della popolazione per assemblare famiglie di fratelli e fratellastri create naturalmente;
- analisi genetiche quantitative per **selezionare i genotipi d'élite e costruire arboreti.**

Sviluppo di un modello predittivo per la GS basato su SNPs (Single Nucleotide Polymorphisms)

GENOMIC MODEL DEVELOPMENT AND UPDATING



GENOMIC SELECTION CYCLE

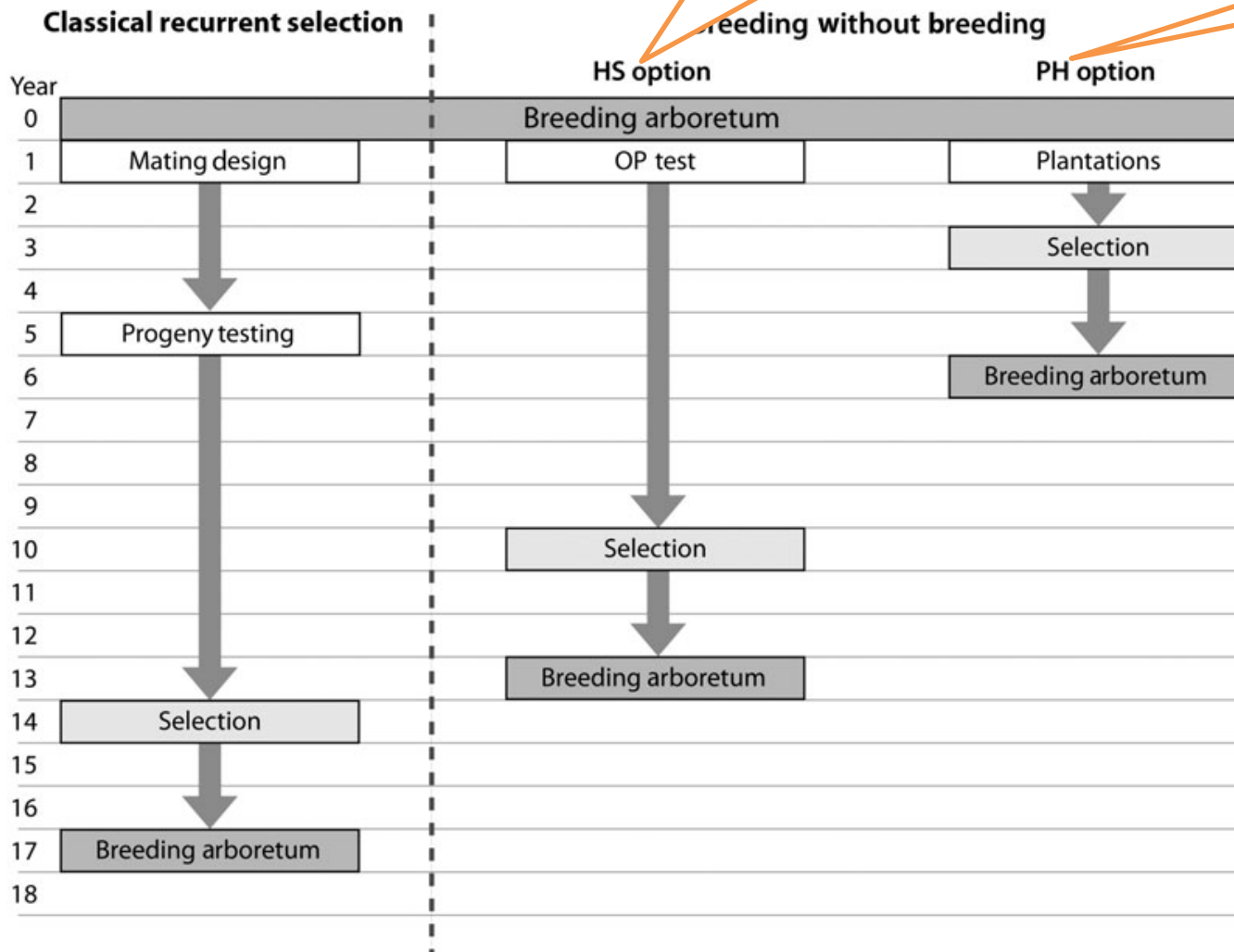


(Grattapaglia et al 2018)

Metodi classici
generazione dopo
generazione

Half sib model
Gruppi supporti
materni

PH Phenotypic selection
model, genitori
sconosciuti



Step 1 – Data analysis.

Step 2 – Genotypic or phenotypic pre-selection

Step 3 – Pedigree reconstruction.

Step 4 – Forward selection con metodi statistici.

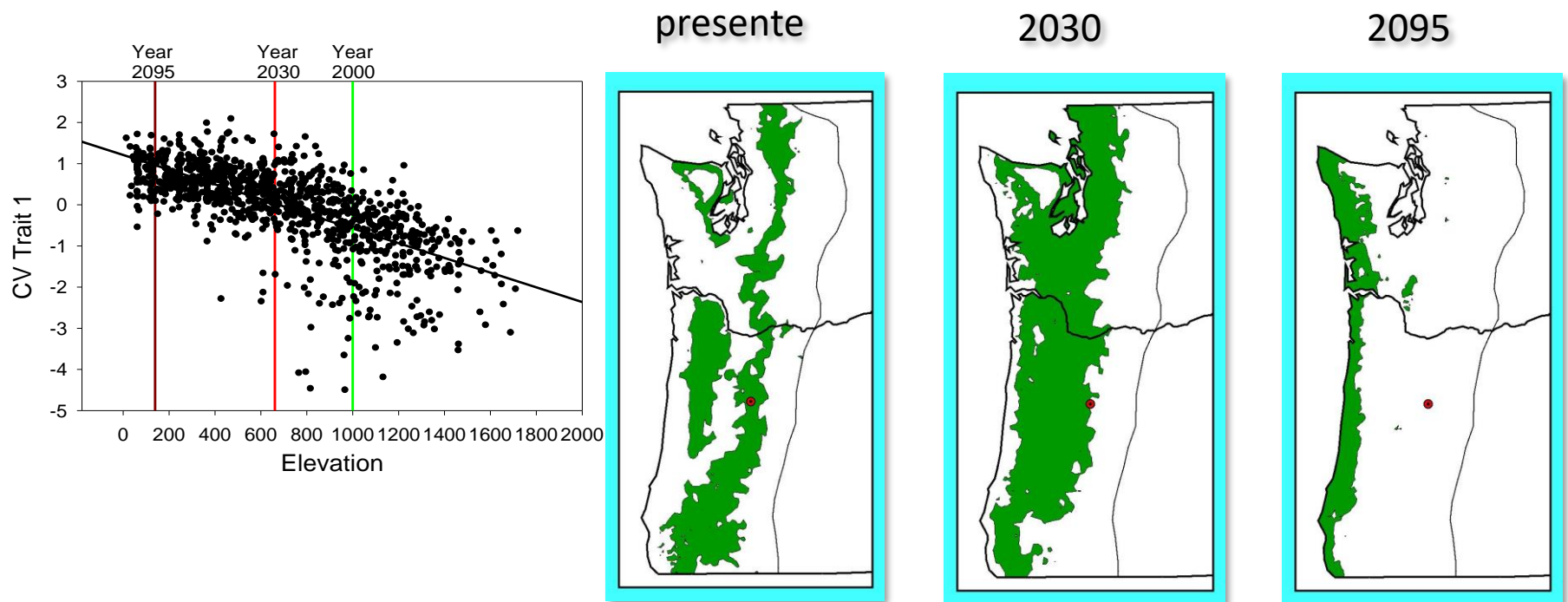
L' **Interazione genotipo per ambiente (G × E)** si riferisce alle prestazioni di genotipi diversi tra ambienti diversi, che mostrano differenze delle graduatorie dei genotipi o differenze nel livello di espressione delle differenze genetiche tra ambienti in generale:

- **Bassa interazione GxE:** capacità di mantenere inalterato il ranking per un carattere quantitativo in ambienti diversi;
- **Alta interazione GxE:** capacità di modificare il ranking per un carattere quantitativo in ambienti diversi.

In sintesi, **conoscendo la genomica di certi caratteri**, la **G × E** può essere stimata ad es. per selezionare individui di efficienza produttiva elevata ubiquitaria (**bassa interazione**) e/o selezionati per adattamento ad ambienti specifici e conosciuti (**alta interazione**).

Dove possiamo trovare **nuove popolazioni** meglio adattabili allo “shift” delle fasce climatiche?

Nella situazione presente, quelle destinabili alla situazione del **2030** e quelle per il contesto **2095**



(Clair et al., 2015)

Conclusioni

- La Douglasia potenziale genetico enorme.
- La Gestione forestale dovrebbe prendere in considerazione sin da ora **nuove popolazioni di base** che ci si attende possano essere adattate ai climi futuri.
- Il cambiamento climatico comporta un certo rischio di disadattamento, ma le popolazioni attuali *in situ* sembrano poter garantire un'evoluzione verso un nuovo equilibrio attraverso la **selezione naturale**.
- La **selezione genomica** (GS) può dare impulso, semplificare e velocizzare i cicli di miglioramento, integrando i dati necessari per la funzione produttiva con i caratteri adattativi.
- Le **popolazioni Italiane** sembrano già predisposte.

Alcuni riferimenti bibliografici

Figure e principi sono stati condensati e rielaborati da:

- Wellendorf H. 1991. Tree improvement strategies. Lecture Note D-10. Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, Denmark.
- Lindgren D., 1999. Low-intensity tree breeding. In: Lundkvist K. (editor). Rapid generation turnover in the breeding population and low-intensity breeding (SNS conference 1999). Department of Forest Genetics, Uppsala, SLU, Sweden. ISSN =0348-565X. Research Notes 55: 37-48. 2000.
- Zobel B., Talbert J., 2003. Applied Forest Tree Improvement. The Blackburn Press; Reprint edition (August 1, 2003): 505 p. ISBN-10 : 1930665814 - ISBN-13 : 978-1930665811
- El –Kassaby Y. , Lstiburek M., 2009. Breeding without breeding Genet. Res., Camb., 91: 111–120. doi:10.1017/S001667230900007X
- Grattapaglia D, Silva-Junior OB, Resende RT, Cappa EP, Müller BSF, Tan B, Isik F, Ratcliffe B and El-Kassaby YA. 2018. Quantitative Genetics and Genomics Converge to Accelerate Forest Tree Breeding. Front. Plant Sci. 9:1693. doi: 10.3389/fpls.2018.01693
- Thistlethwaite FR, Gamal El-Dien O, Ratcliffe B, Klápsťě J, Porth I, Chen C, et al., 2020. Linkage disequilibrium vs. pedigree: Genomic selection prediction accuracy in conifer species. PLoS ONE 15(6): e0232201. [https://doi.org/ 10.1371/journal.pone.0232201](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232201)

Grazie per l'attenzione!

Questo lavoro è stato realizzato grazie al programma
finalizzato

MiPAAF, RGV FAO – International Treaty III ciclo
ai programmi UE **EUDIREC , TreeBreedex e**
Trees4Future

Al Progetto Toscano DoNaTo

Un GRAZIE va

al **Maresciallo Giorgio Gius** che insieme a pochi e
anziani operai ha mantenuto le parcelle di

Vallombrosa,

ai bravi Colleghi della ex

Comunità Montana del Casentino ,

Ai Carabinieri Forestali di Vallombrosa (ex ASFD).

