

Esperienze e prospettive del miglioramento genetico di alcune Conifere

Fulvio Ducci, Giovanbattista de Dato, Maria Cristina Monteverdi,
Roberta Proietti, Angela Teani

1. Introduzione

2. Il Database delle Risorse Genetiche Forestali (RGF)

3. Un esempio: il Progetto Do.Na.To., una applicazione dei nostri risultati

4. Conclusione

1. Introduzione

Necessario che i selvicoltori comprendano
l'importanza della :

Componente Genetica della Variabilità

$$V_f = V_g + V_e$$

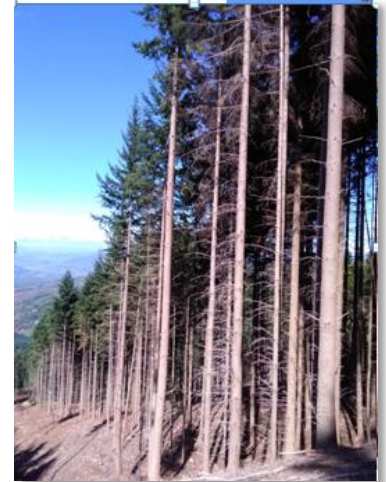
Sia per caratteri quantitativi:

- Accrescimenti e produttività
- Adattamento (mortalità, fenologia, polიცiclismo, WUE ecc.)

Che per caratteri qualitativi:

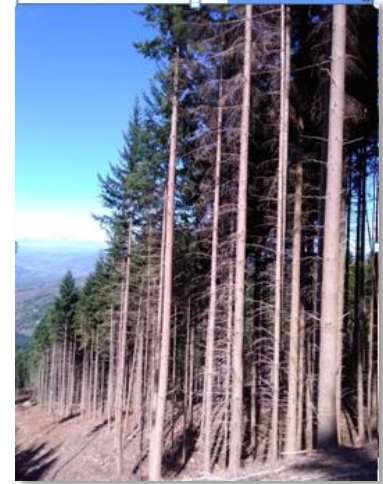
- Architettura della pianta (forma del fusto, dominanza, biforcazioni...)
- Ramificazione (numero, dimensioni e angolazione...)

E per marcatori genetici biochimici e molecolari



La componente genetica è fondamentale per la fitness e la produttività

Un essere vive o sopravvive perché ha un corredo genetico che glielo permette interagendo con l'ambiente circostante...



Forest tree growth and survival in response to climate extreme events (Univ. Alberta Ca)



lodgepole pine provenance trial: the provenances from the most maritime area have not adapted to the winters in eastern Finland. Metla (Luke) Fi.



A cosa serve il miglioramento genetico degli alberi forestali?

E' parte delle scienze forestali e delle selvicoltura, finalizzato alla selezione di materiali forestali di riproduzione (MFR) e moltiplicazione che può perseguire:

- l'adattamento
- la conservazione
- produzione di legname o altri servizi
- la mitigazione

E' destinato a servire la **filiera vivaistica forestale** e la **selvicoltura** e si attua attraverso due strategie principali:

1) Selezione fenotipica (e corretto uso di MFR... es provenienze, adattamento....) generalmente condotta con il metodo ricorrente...

1) Miglioramento genetico avanzato (breeding tradizionale)

E' compito della ricerca mettere a punto metodi e **studiare il comportamento dei MFR** da mettere a disposizione della filiera vivaistica.

E' compito della filiera vivaistica attuare l'uso corretto dei MFR e l'adozione di misure di mantenimento dell'identità dei MFR nel processo produttivo e post piantagione.

Gli strumenti per muoversi muoversi sono forniti da norme quali ad esempio:

- La direttiva 1999/105/CE e altre norme (Passap. Verde...)
- Il DLgs. 386/03
- lo schema OECD per i MFR;
- Il protocollo di Nagoya
- etc,

2. Il data base delle Risorse Genetiche Forestali



- Project MiPAAF RGV FAO - International Treaty
- EUFORGEN /EUFGIS
- FAO Silva Mediterranea
- IUFRO 20213 Breeding of Mediterranean Conifers
- EU Project TreeBreedex
- EU Project Trees4Future
- EU Project B4EST
- Regioni

1. Database delle RGF Italiane *in situ*, Boschi da seme, fenotipi ecc.
2. Database delle RGF Italiane conservate *Ex situ* e incluse nelle prove sperimentali .

2.1 Alcuni numeri: collezioni conservate *Ex situ*

Situazione 2010 - 2018:

Numero totale di accessioni: > alcune migliaia

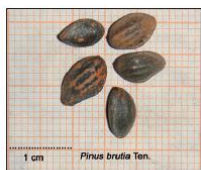
Specie o Generi: 41

Provenienze: 733

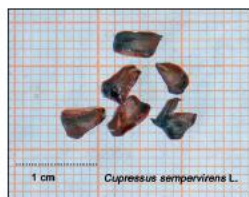
Progenie: > alcune centinaia

Cloni > alcune migliaia

Istituzioni coinvolte: 5 Istituzioni di ricerca + Regioni e organizzazioni statali



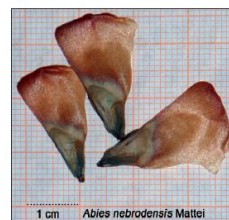
Pinus brutia Ten.



Cupressus sempervirens L.



Cedrus atlantica Manetti



Abies nebrodensis Mattei



Abies nordmanniana Spach.

Abies

CREA FL AR

Abies alba Mill.

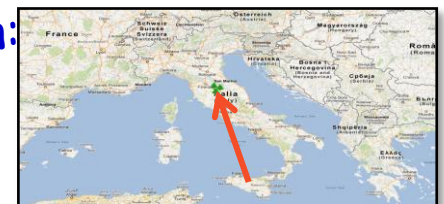
- 1) Site: Pian della Capanna (Pieve Santo Stefano - AR); ID: National test ID (TBX): CRA SELBAAL193 and CRA SELBAAL293
- 2) Site: Vallombrosa (Reggello - FI); ID: CRA SELDAAL129; Year of plantation: 1929.
- 3) Site: Fonte Vetica (Castel del Monte - AQ) ID: National test ID (TBX): CRA SELAAAL901;
Year of plantation: 1901.



Abies nebrodensis (Lojac.) Mattei

Assisted migration

- 1) Site: Pomaio (AR), ID: National test ID (TBX): CRA SELAANE194 and CRA SELBANE202, Year of plantation: 1994 and 2002.
- 2) Site: Caprile (Badia Tedalda - AR), ID: National test ID (TBX): CRA SELAANE294, Year of plantation: 1994.
- 3) Site: Viamaggio (Badia Tedalda - AR) ID: National test ID (TBX): CRA SELAANE108 and CRA SELAANE208, Year of plantation:



***Abies cephalonica* Loud.**

CREA-FL AR

1) Site: Monte Capraro (S. Pietro Avellana-IS), **ID:** National test ID (TBX): CRA SELAACE170

Year of plantation: IUFRO, 1970.

2) Site: Colle Soda (Bussi-PE) **ID:** National test ID (TBX): CRA SELBACE279, **Year of plantation:** IUFRO 1979

CREA-FL RM

3) Site: Londa (FI), **ID:** National test ID (TBX): OVILE-RM 67-ABIES CEPHALONICA, **Year of plantation:** 1981

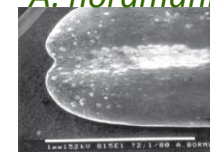
4) Site: Ovile Farm (Roma), **ID:** National test ID (TBX): OVILE-RM 61-PINUS HALEPENSIS, **Year of plantation:** 1979.

Abies nordmanniana (Stev.) Spach.; *Abies bornmülleriana* Matt.; CREA-FL AR
Abies equi-trojani Asch. et Sintenis (IUFRO Mediterranean firs)

1) Site: Faltona (Talla -AR), **ID:** National test ID (TBX): CRA SELAAP175, **Year of plantation:** IUFRO 1975.



A. nordmanniana



A. bornmülleriana

WORKSHOP ESPERIENZE E PROSPETTIVE
DEL MIGLIORAMENTO GENETICO DEGLI
ALBERI FORESTALI IN ITALIA 30 MAGGIO

- 1) Site: Ovile Farm (Roma), ID: National test ID: Sheet 111, Year of plantation: 1983
 - 2) Site: Rincine Farm (FI), ID: National test ID: Sheet 114, Year of plantation: 1983
 - 3) Site: Bussi sul Tirino (PE), ID: National test ID: Sheet 115, Year of plantation: 1983
 - 4) Site: Ovile Farm (Roma), ID: National test ID: Sheet 110, Year of plantation: 1983
 - 5) Site: Il terzo Farm (GR), ID: National test ID: Sheet 145, Year of plantation: 1991
 - 6) Site: Marganai (CA), ID: National test ID: Sheet 129, Year of plantation: 1990
-
- 1) Site: Ovile Farm (Roma), ID: National test ID: Sheet 151, Year of plantation: 1994
 - 2) Site: Soveria M. (CZ), ID: National test ID: Sheet 152, Year of plantation: 1994
 - 3) Site: Barisciano (AQ), ID: National test ID: Sheet 154, Year of plantation: 1994
 - 4) Site: Rincine Farm (FI), ID: National test ID: Sheet 155, Year of plantation: 1994



- 1) Site:** Roselle (Gr, Italia) and Frejus (France), **ID:** National test ID: **Year of plantation:** 1986-2006
- 2) Site:** Caviglia (AR), **ID:** National test ID: **Year of plantation:** 1994
- 3) Site:** Cetona (SI), **ID:** National test ID: **Year of plantation:** 1994
- 4) Site:** Chiusdino (Monticiano-SI), **ID:** National test ID: **Year of plantation:** 1994
- 5) Site:** Radicondoli (SI), **ID:** National test ID: **Year of plantation:** 1994
- 6) Site:** Montarrenti (SI), **ID:** National test ID: **Year of plantation:** 1999-2004
- 7) Site:** Bolgheri (LI), **ID:** National test ID: **Year of plantation:** 1999-2004
- 8) Site:** Regional Farm "UmbraFlor" Spello (PG), **ID:** National test ID: **Year of plantation:** 1983-2006
- 9) Site:** Regional Farm "Don Pietro" Cosimo (RG), **ID:** National test ID: **Year of plantation:** 1999-2004
- 10) Site:** Regione Sardegna, Ente Foreste, Alghero - SS e Oristano, **ID:** National test ID: **Year of plantation:** 1999-2004
- 11) Site:** Regional Farm "Don Pietro" Cosimo (RG) , **ID:** National test ID: **Year of plantation:** 1999-2004
- 13) Site:** Ovile Farm (Roma), **ID:** National test ID: **Year of plantation:** **Aim:** conservation plot of 8 cypress accession: 1 *C. arizonica*; 1 *C. dupreziana*; 1 *C. torulosa*; 5 *C. sempervirens*.

CREA-FL RM

Larix

Larix decidua Miller

CREA-FL AR

1) Site: Acquerino (PT), ID: National test ID: Year of plantation: 1949

2) Site: Resia (BZ), ID: National test ID: Year of plantation: 1961

3) Site: Cavedine (TN), ID: National test ID: Year of plantation: 1961

Picea abies Karsten

1) Site: Faltona (Talla, AR), ID: National test ID: Arboreto da seme registrato in Toscana, Year of plantation: 1977 Aim: 2 grafted orchards made with German material from **Hannovers-Muenden Inst. - Germany**.



Pinus

CREA-FL AR & RM

Pinus halepensis Mill., *Pinus brutia* Ten., *Pinus brutia* subsp. *eldarica*

FAO 45 provenances as follows: 25 *P. halepensis*, 19 *P. brutia*, 1 *P. brutia* subsp. *eldarica*

1) Site: Lentiscete (Guardalfiera-CB), ID: National test ID (TBX): CRA SELAPHA981,

Year of plantation: 1981

2) Site: Pixinamanna (Pula-CA), ID: National test ID (TBX): CRA SELBPHA982, Year of
plantation: 1982

3) Site: Castiadas (CA), ID: National test ID (TBX): CRA SELCPHA982, Year of
plantation: 1982

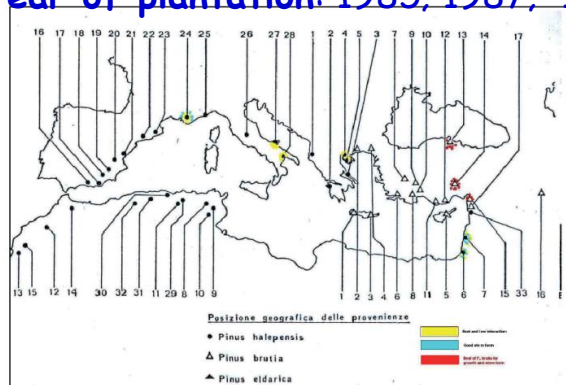
4) Site: Arezzo, ID: National test ID (TBX): CRA SELDPHA977, Year of plantation:
1977

1) Site: Ovile Farm (Roma), ID: National test ID (TBX): OVILE-RM 61-PINUS BRUTIA, Year
of plantation: 1975

2) Site: Castel di Giorgio (Roma), ID: National test ID, TBX): CASTEL DI G.-RM 62-PINUS
HALEPENSIS, Year of plantation: 1975

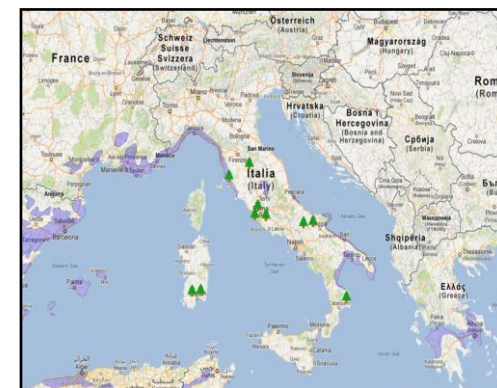
3) Site: Castiglione della P. (GR), ID: National test ID (TBX): CASTIGL-GR 65-PINUS HALEPENSIS,
Year of plantation: 1976

4) Site: Ovile Farm (Roma), Termoli (CB); Condoleo (KR), ID: National test ID (TBX): RM 127 H-
PINUS HALEPENSIS; CB 128-PINUS HALEPENSIS-PROG; KR 136-PINUS HALEPENSIS-PROG,
Year of plantation: 1985; 1987; 1989



WORKSHOP ESPERIENZE E PROSPETTIVE
DEL MIGLIORAMENTO GENETICO DEGLI
ALBERI FORESTALI IN ITALIA 30 MAGGIO

2018



Pinus

Pinus pinaster Aiton

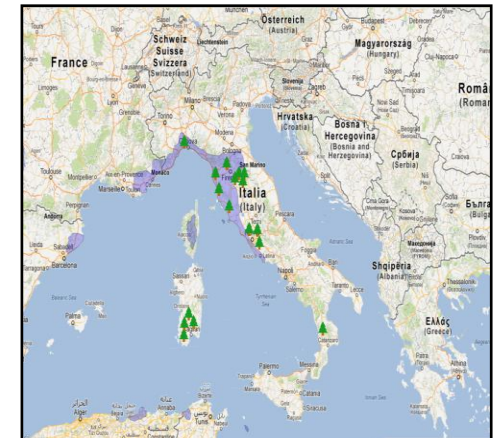
CREA FL RM

Aim: Comparative plots to test resistance of provenances and progenies to *Matsuccocus feytaudi* Duc

- 1) Site:** Vallermosa (CA), **ID:** National test ID: Sheet va-CA 122, **Year of plantation:** 1985
- 2) Site:** Oville Farm (Roma), **ID:** National test ID: Sheet ov-RM 127, **Year of plantation:** 1985
- 3) Site:** Domusnovas (CA), **ID:** National test, ID: Sheet do-CA 129, **Year of plantation:** 1985
- 4) Site:** Oville Farm (Roma), **ID:** National test ID: Sheet ov-RM 137, **Year of plantation:** 1989
- 5) Site:** Domusnovas (CA), **ID:** National test ID: Sheet do-CA 129, **Year of plantation:** 1990
- 6) Site:** Arbus (CA), **ID:** National test ID: Sheet ar-CA 141 **Year of plantation:** 1990
- 7) Site:** La Scagliata (GR), **ID:** National test ID: Sheet sc-GR 148, **Year of plantation:** 1993
- 8) Site:** San Rossore (PI), **ID:** National test ID: Sheet sr-PI 161, **Year of plantation:** 2006
- 9) Site:** Gogoleto (GE), **ID:** National test ID: Sheet co-GE 162, **Year of plantation:** 2006
- 10) Site:** Monteferrato (PO), **ID:** National test ID: Sheet mf-PO 163, **Year of plantation:** 2006
- 11) Site:** Oville Farm (Roma), **ID:** National test ID: Sheet ov-MR 164, **Year of plantation:** 2006
- 12) Site:** Arsa Mirto (CS), **ID:** National test ID: heet mi-CS 165, **Year of plantation:** 2006

CREA FL AR

13) Cecina (LI) – Silva Med 1970, 10 Mediterranean Provenances



WORKSHOP ESPERIENZE E PROSPETTIVE
DEL MIGLIORAMENTO GENETICO DEGLI
ALBERI FORESTALI IN ITALIA 30 MAGGIO

Pinus

Pinus pinaster Aiton

CC FOR ex CNBF Pieve S. Stefano (AR)

Aim: progeny test of Tuscan (external geographic district) populations

- 1) Site:** Ancione (Pieve S. Stefano-AR) **ID:** National test ID **Year of plantation:** 1988
- 2) Site:** Ginestrino (Pieve S. Stefano-AR) **ID:** National test ID **Year of plantation:** 1989
- 3) Site:** Fontandrone (Pieve S. Stefano-AR) **ID:** National test ID, **Year of plantation:** 1988
- 4) Site:** Campo degli Ulivi (Pieve S. Stefano-AR) **ID:** National test ID, **Year of plantation:** 1989

Pinus sylvestris L.

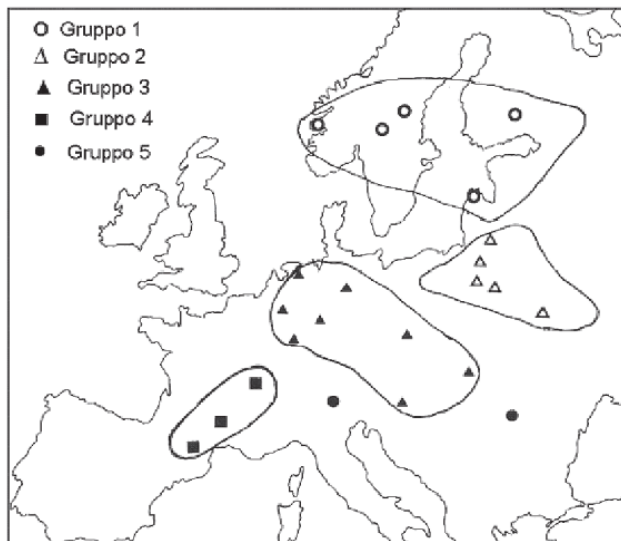
CREA-FL AR

- 1) Site:** Brenna (CO) **ID:** National test ID : **Year of plantation:** 1938

Aim: IUFRO Provenance test. 23 provenances

- 2) Site:** Caldaro (BZ) **ID:** National test ID : **Year of plantation:** 1962

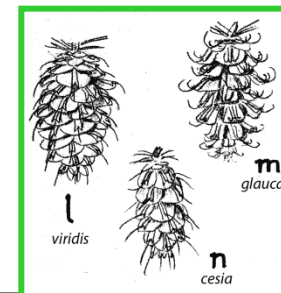
- 3) Site:** Pieve lago (MO), **ID:** National test ID : **Year of plantation:** 1962



Pseudotsuga

CREA-FL AR

Pseudotsuga menziesii Mirb. Franco var. *menziesii*



SITE		NATIONAL TEST ID	YEAR of PLANTATION	AIM
Vallombrosa-Spedalinga	Reggello (FI)	CRA SELFPME153	1953	test of IUFRO-1951 provenances (4 prov.)
Acquerino-plot n° 503	Cardosa (PT)	CRA SELLPME154	1954	test of provenances
Vallombrosa-plot 590	Reggello (FI)	CRA SELGPME157	1957	test of provenances
Faltona	Talla (AR)	CRA SELEPME176	1976	progeny test/seed orchard
Cottede	Cast. dei Pepoli (BO)	CRA SELMPME184	1984	clonal archive
Capanno	Anghiari (AR)	CRA SELHPME196	1996	progeny testing (30 progenies of BurntWood Prov.; EUDIREC collection)
Ranco de' Rigi	Sansepolcro (AR)	CRA SELIPME104	2004	clonal archive

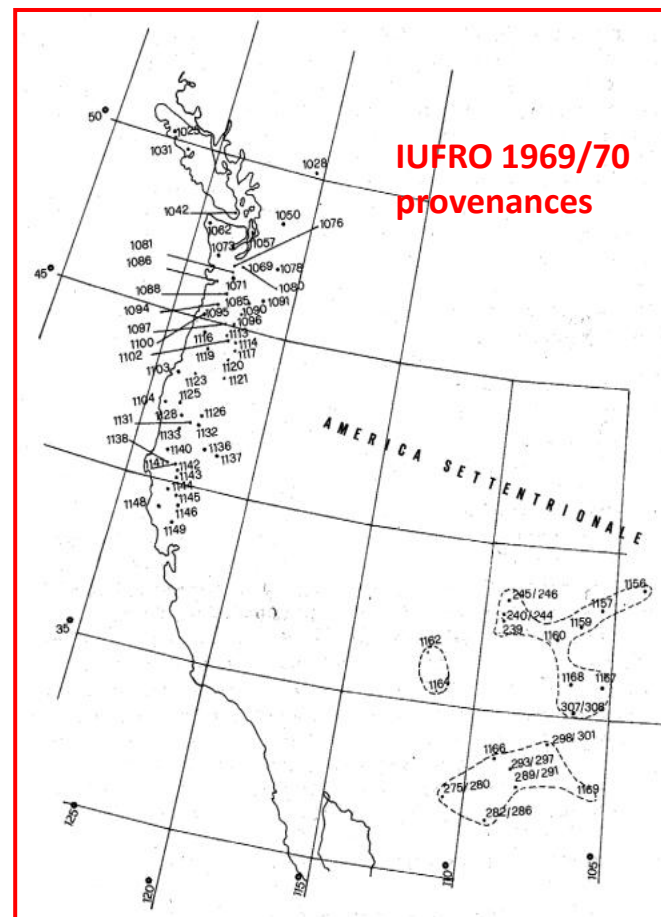
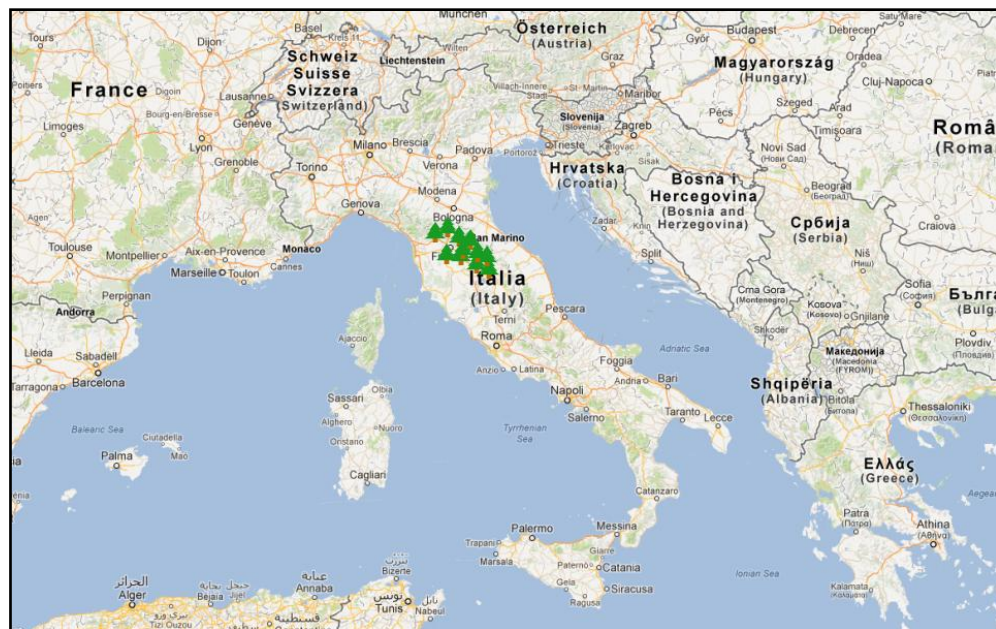
SITE		INTERNATIONAL TEST ID	YEAR of PLANTATION
Vallombrosa-Pozzacce	Reggello (FI)	CRA SELAPME173	1973
Vallombrosa-Poggiolino I	Reggello (FI)	CRA SELBPME273	1973
Vallombrosa-Poggiolino II	Reggello (FI)	CRA SELCPME374	1974
Faltona	Talla (AR)	CRA SELDPME474	1974

Pseudotsuga

CREA-FL AR

Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco var. *menziesii

IUFRO1969-70 (73 IUFRO and 13 Italian provenances) international trials



WORKSHOP ESPERIENZE E PROSPETTIVE
DEL MIGLIORAMENTO GENETICO DEGLI
ALBERI FORESTALI IN ITALIA 30 MAGGIO

2018



Do.Na.To.
Douglasie Naturali Toscane

Introduzione

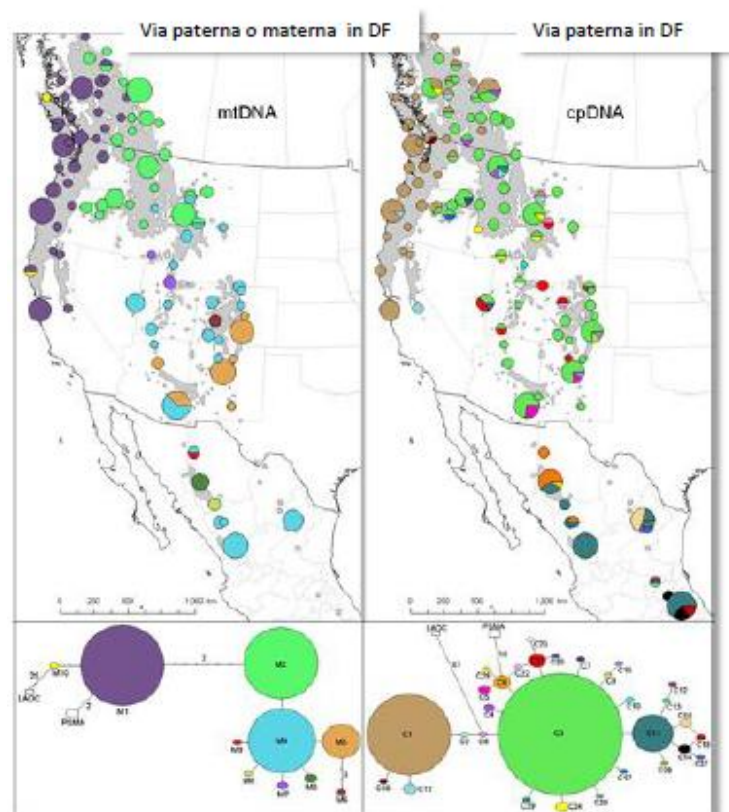
- La variabilità intraspecifica nella Douglasia è alla base del suo successo....

Pseudotsuga menziesii

l) v. *menziesii*

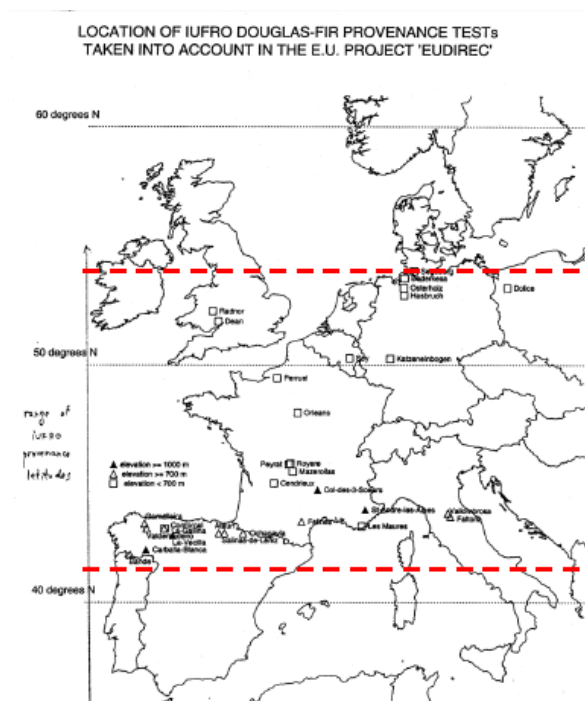
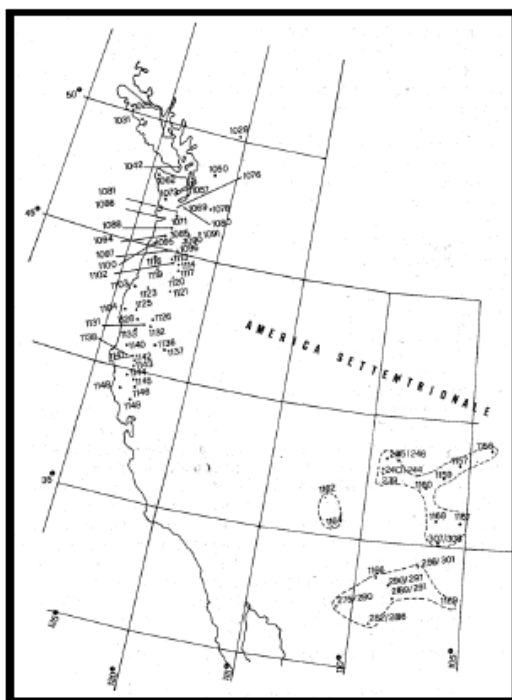
n) v. *cesia*

m) v. *glauca*





Sperimentazione Iufro 1951 e 1969/70 in Europa

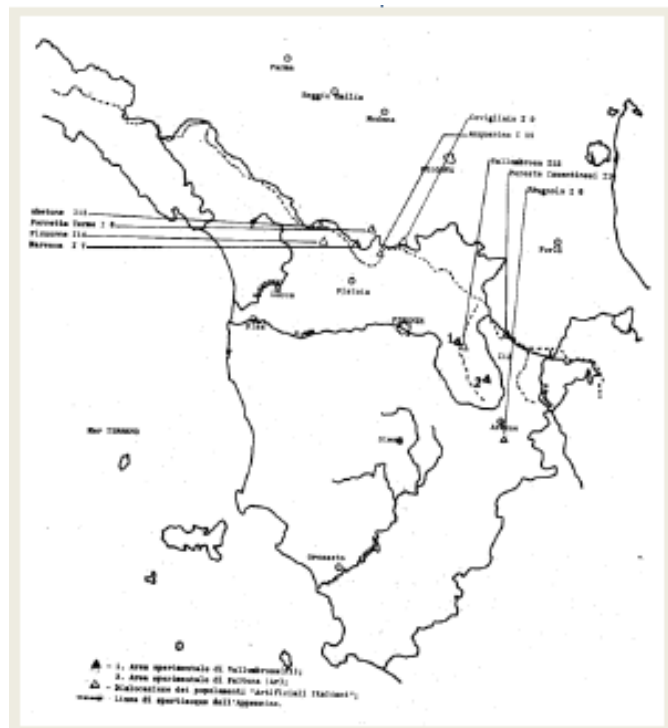


		survival (%)	mean (mm)	p (%)	n	1- 1/F _{prov}	res. CV	residual variance
B	Soy	80	6.4	0	60	0.84	25	2.881
D	Hasbruch		5.2	0	80	0.87	46	5.266
	Segeberg	34	6.9	0	65	0.90	25	2.778
	Osterholz	20	6.5	0	66	0.92	27	3.641
	Bederkesa		6.6	0	25	0.78	41	5.489
	Katzenelnb	22	6.8	0	20	0.61	28	3.097
F	Mazerollas	91	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

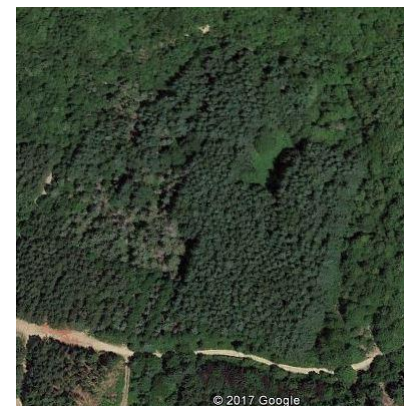


Risultati dalle prove IUFRO

In Italia Vallombrosa (Fi) e Faltona (Ar)



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



Le migliori provenienze

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)**





Do.Na.To.

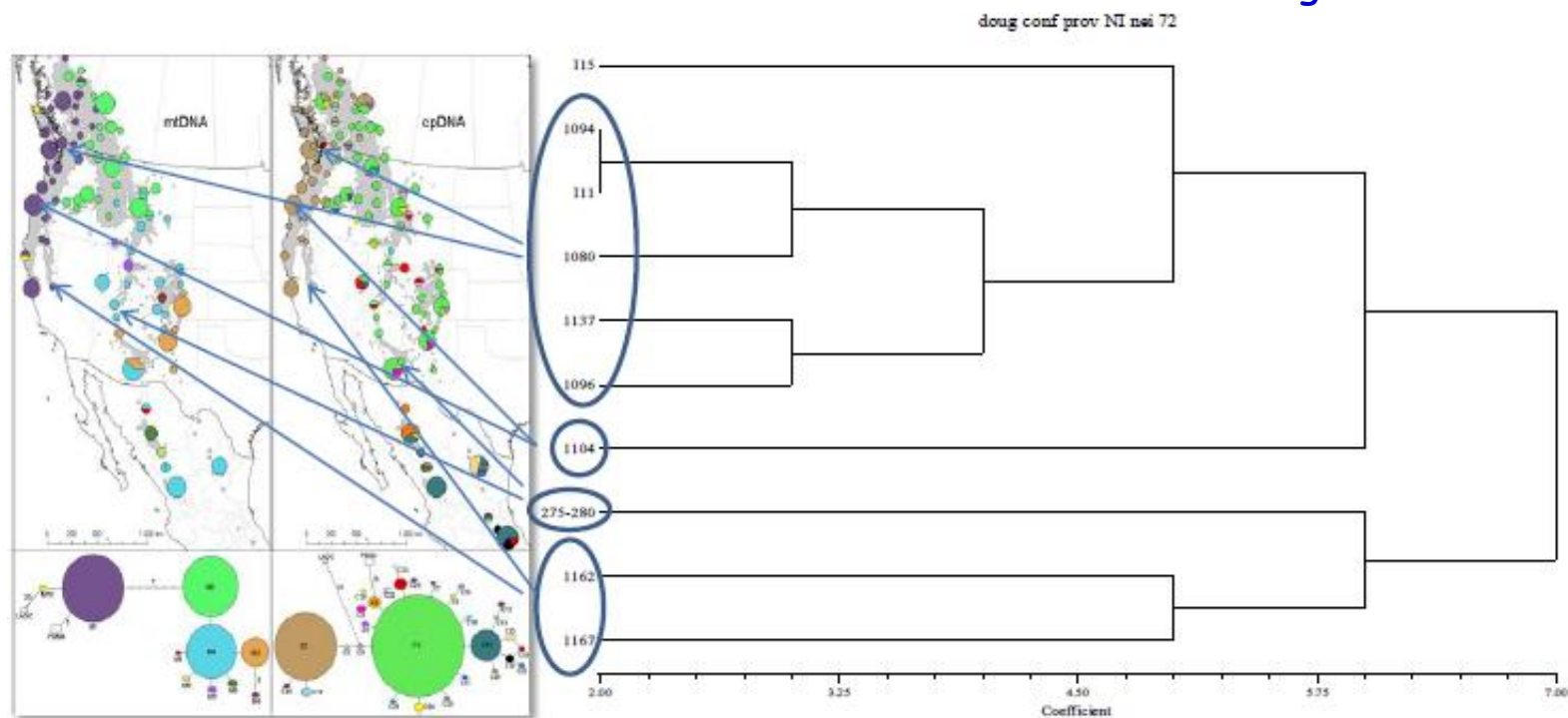
Douglasiete Naturali Toscane

L'origine dei materiali italiani

Analisi genetica nDNA

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

In press, dati De
Rogatis A.



Un arboreto da seme

Ottenuto da una prova ormai adulta di discendenze raccolte da piante plus selezionate da Morandini, è in fase di realizzazione un arboreto da seme.





Scopi del lavoro

Generali

- Migliorare la produzione di eventuali nuove piantagioni con materiali selezionati per qualità e caratteri adattativi;
- Mantenere livelli di variabilità accettabili per la variabilità micro-ambientale dell'Appennino e in vista della variazioni climatiche.

Specifici (2° ciclo di selezione)

- Formare e Rifornire la filiera vivaistica;
- Mettere a disposizione i materiali di riproduzione più idonei;
- Sperimentare nuovi materiali di base;
- Costituire e gestire arboreti da seme;
- Monitorare la variabilità nelle popolazioni che si stanno naturalizzando e stabilire linee guida per una selvicoltura su base genetica.

Materiali e Metodo

Prossimi passi per Selezione e miglioramento genetico

Si conosce l'**origine delle due migliori provenienze italiane** di Mercurella (CS) e Acquerino (PT) (boschi da seme), per cui in caso di necessità sappiamo dove andare in America;

Si conoscono **altre provenienze Americane** che possono essere impiegate in Appennino;

Si dispone di **una base genetica già selezionata e migliorata** nelle discendenze, é si tratta di materiali di seconda o terza generazione, quindi più adattabili.

Con questa base si possono costituire **arboreti da seme di cloni** (innestando le piante selezionate nelle migliori discendenze)

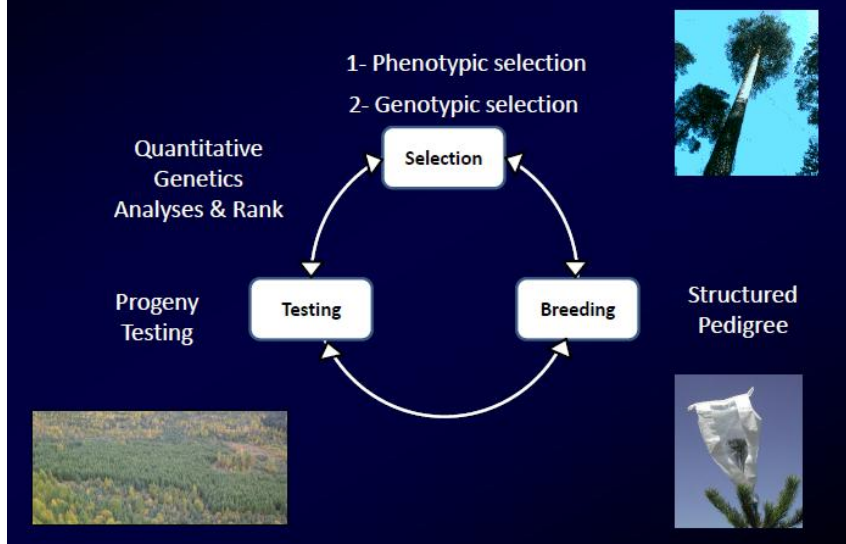
E' necessario procedere alla selezione di nuovi fenotipi e stabilire linee guida selvicolturali.

Materiali e Metodi per il futuro

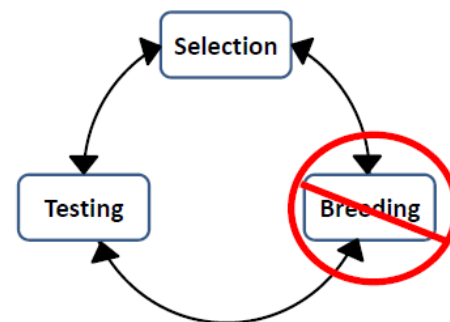
Si può ricorrere a nuovi e veloci metodi di selezione assistita dalla genomica.....

Per selezionare i materiali migliori, ma anche per conoscere i livelli di ereditabilità di certi caratteri.....

Traditional Breeding → Recurrent Selection



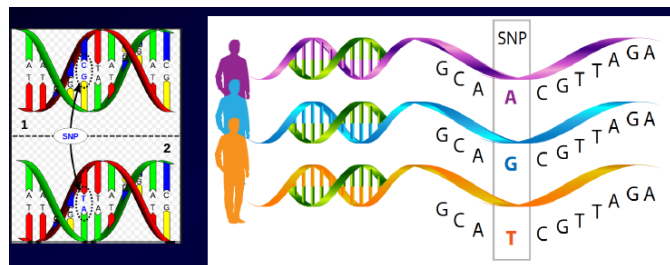
Breeding Essentials - Recurrent Selection



(El Kassaby 2016)

Materiali e Metodi per il futuro

Tuttavia possiamo anche essere aiutati da nuovi e veloci metodi di selezione assistita dalla genomica.....



(El Kassaby 2016)

Oggi possono essere sviluppate **tecniche di selezione ricorrente** basate su nuove conoscenze, grazie al sequenziamento genomico di **marcatori funzionali** che permettono di:

- Ricostruire a ritroso i pedigree in foresta dei materiali che si vogliono selezionare, senza ricorrere dunque ad incroci controllati,

- si sa che piante che mostrano nella stessa popolazione similarità fenotipiche condividono informazione genetica,

- Si possono perciò costituire piantagioni basate su selezione fenotipica iniziale in foresta da cui poi costituire arboreti; Lo stesso principio potrebbe esser applicato per una forma di selvicoltura su basi genetiche



4. Conclusione

- Necessaria la **revisione e l'armonizzazione** dei cataloghi delle reti sperimentali.
- Nuovi caratteri e **selezione assistita da marcatori (MAS)** almeno per le specie di importanza economica....
- È deleteria la mancata applicazione del Dlgs. 386/2003 (15 anni), sia per la filiera vivaistica che per la registrazione di cloni forestali.
- Le Regioni e il CREA hanno fatto la loro parte per recepire sia la Direttiva che il DLgs. Ma la **mancanza di un reale interesse e di fondi dedicati** hanno fatto sì che questo patrimonio sia quasi arrivato alla fine
- Inoltre, **senza il Comitato Tecnico Nazionale** che coordini e tenga i rapporti con Bruxelles... tutta questa attività corre il rischio di divenire vana.....

Merci!

شکرا

Gracias!

Ευχαριστίες!

Thank you very much!

Grazie!

