

Convegno
**L'architettura degli alberi, un approccio scientifico
per una gestione spazio-temporale degli alberi**

FIERA DI VITA IN CAMPAGNA
Montichiari (BS)
Venerdì 15 marzo 2024
Sala Scalvini – padiglione Centro Congressi

STATO DELL'ARTE DELLA RICERCA SUI DIVERSI MODELLI DI ALBERI

Patrizio Daina

*Botanico, traduttore e curatore libro
«La potatura degli alberi ornamentali»*

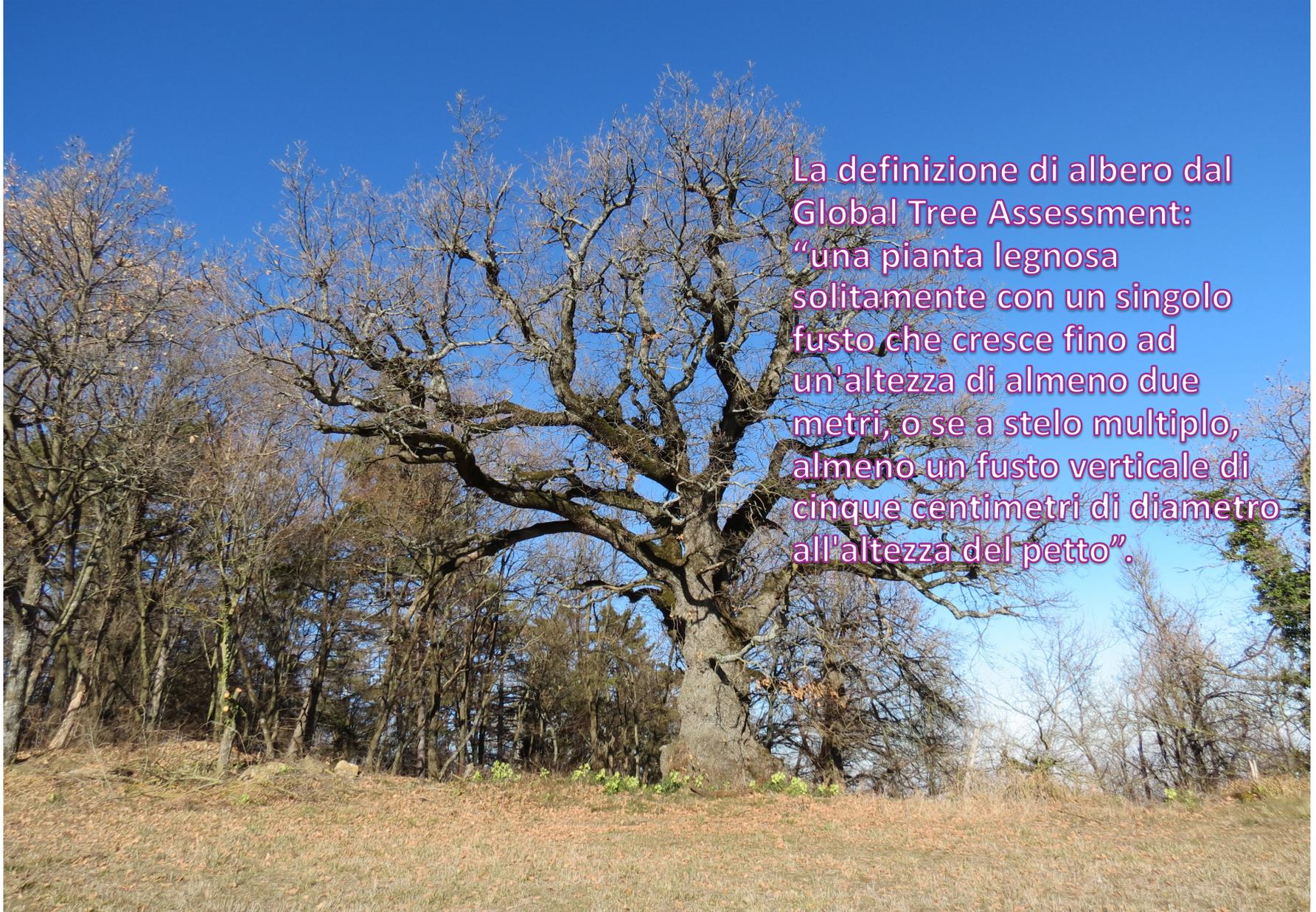


Giuseppe Penone

Stato dell'arte della ricerca sui diversi modelli di albero

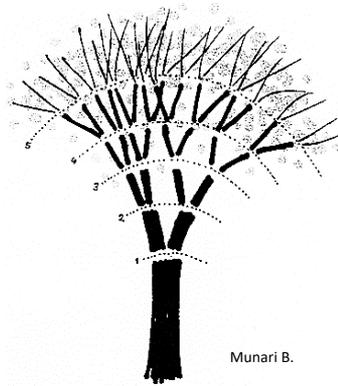


Montichiari 15 marzo 2024

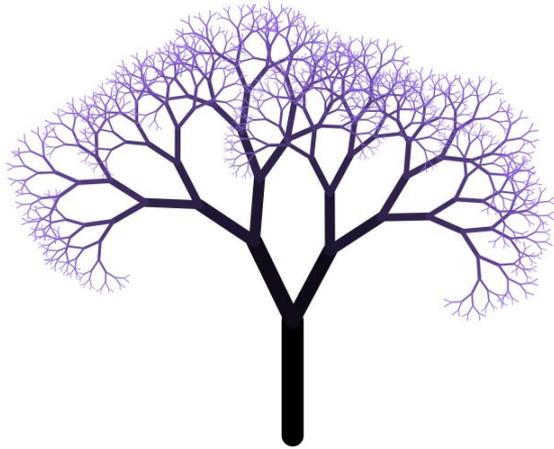


La definizione di albero dal
Global Tree Assessment:
“una pianta legnosa
solitamente con un singolo
fusto che cresce fino ad
un'altezza di almeno due
metri, o se a stelo multiplo,
almeno un fusto verticale di
cinque centimetri di diametro
all'altezza del petto”.

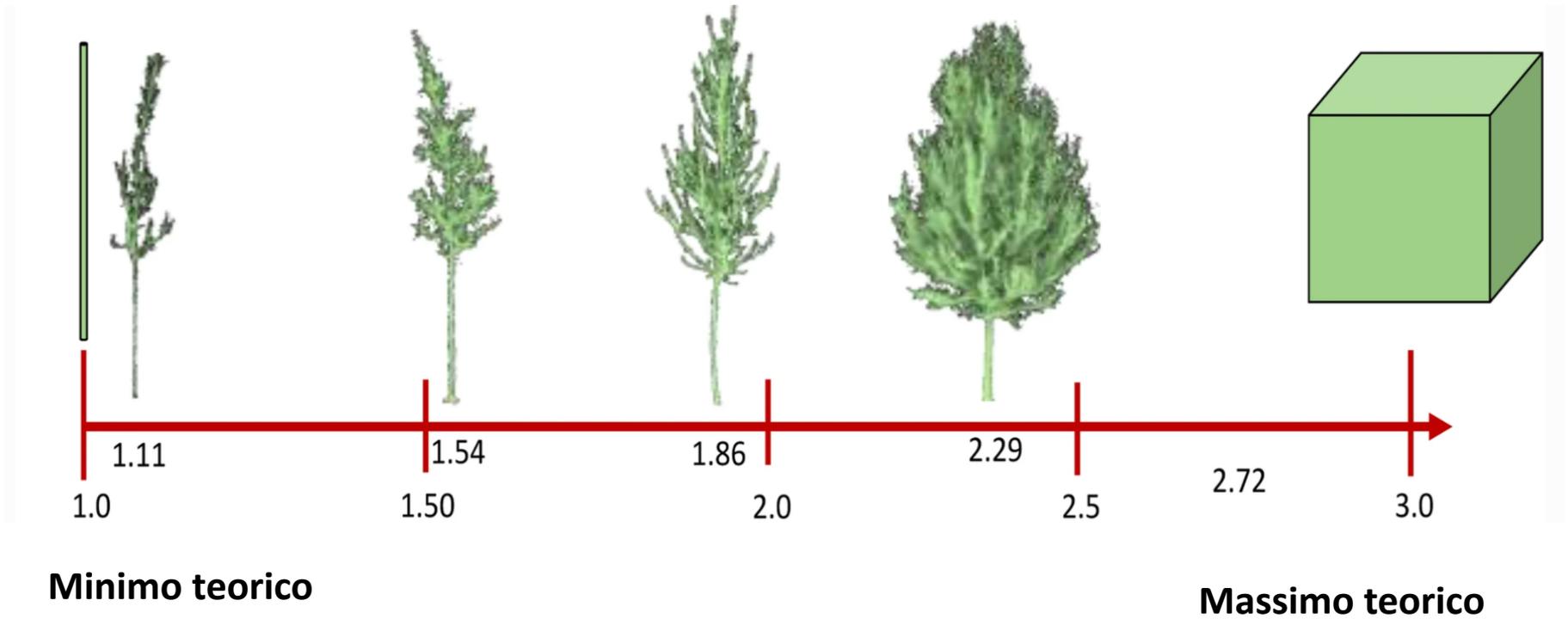
Modelli architetturali degli alberi



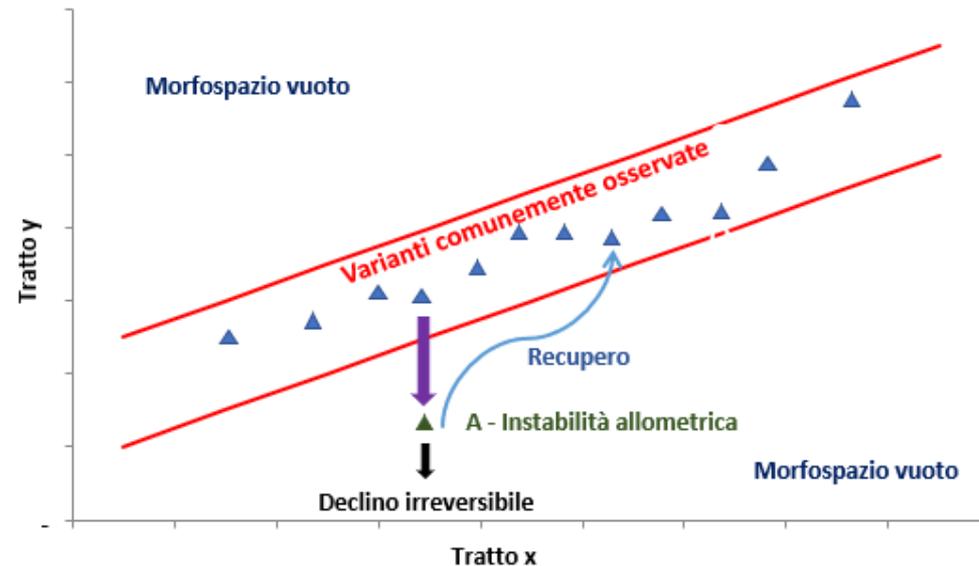
Munari B.



Dimensione



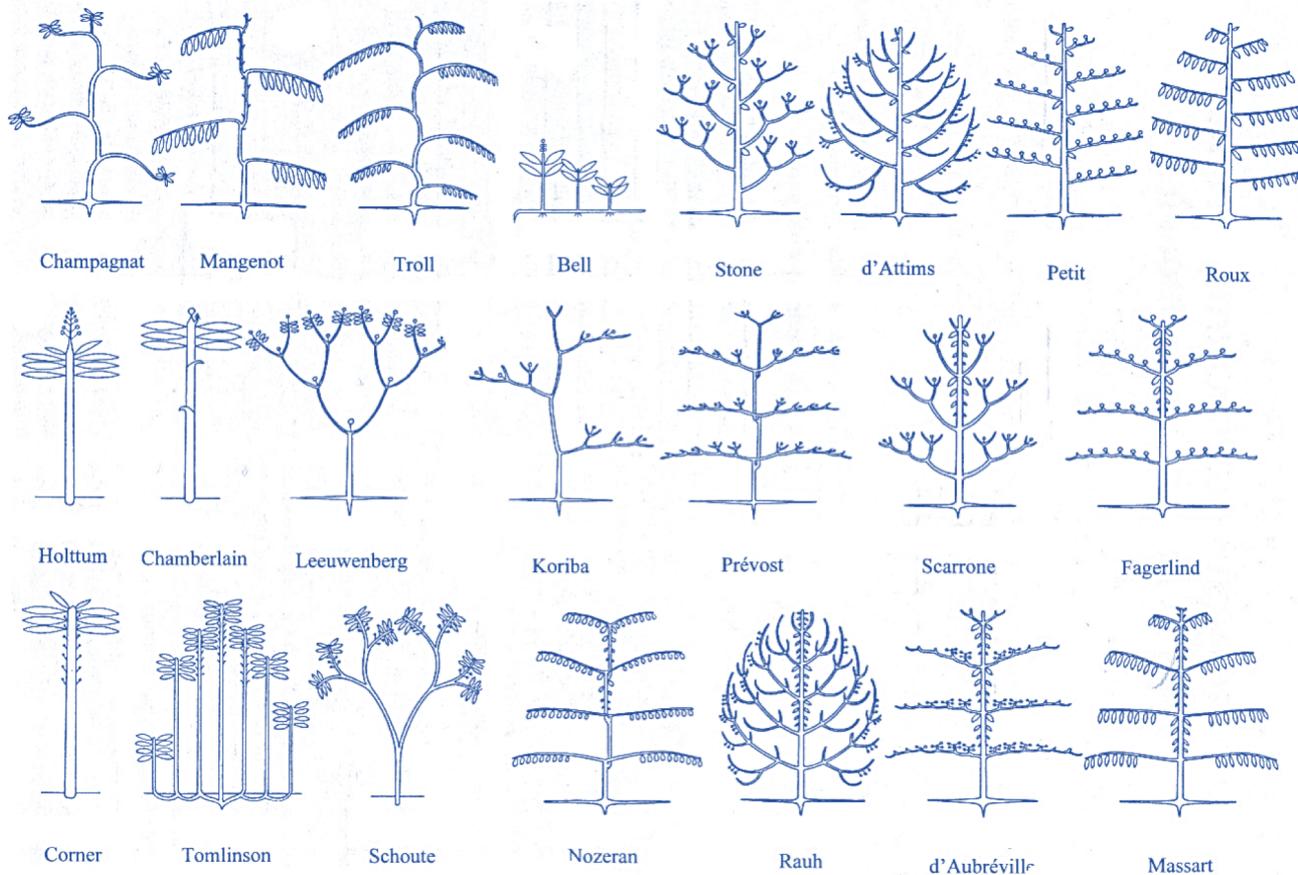
Morfospazio, modelli allometrici e architetturali



La maggior parte degli individui di una specie di albero ha le proporzioni allometriche tipiche tra i caratteri funzionali.

Al di fuori di quest'area, un ampio "morfospazio vuoto" è potenzialmente disponibile per diversi morfotipi con schemi di allocazione che si discostano dalle varianti comunemente osservate.

Un albero nel punto A nel morfospazio vuoto dovrebbe avere prestazioni/flessibilità inferiori rispetto a un albero all'interno del morfospazio comune.



22 modelli architeturali secondo Hallé definiti dalla modalità di crescita del fusto, delle ramificazioni, differenziazione degli assi e posizione della sessualità.



Rauh



Massart



Troll

Rauh: tronco unico a crescita e ramificazione ritmica, tronco e rami sono ortotropi

Massart: tronco unico a crescita e ramificazione ritmica, tronco ortotropo e branche plagiotrope

Troll: impilamento di moduli di cui la crescita primaria è sempre plagiotropa ma che successivamente si raddrizzano

Fenologia della Farnia e modelli fisiologici

Fogliazione



(Stadio 00)
Gemma
dormiente



(Stadio 07)
Emissione
del germoglio



(Stadio 09)
Termine emissione
fogliare



(Stadio 11 - 15)
Da 10% a 50% c. emissione
fogliare

Fioritura e fogliazione sono simultanei



(Stadio 55)
Fiori visibili
non aperti



(Stadio 61 - 65)
Da 10% a 50 % c. di fiori aperti



(Stadio 69)
I fiori cominciano
ad appassire

Fruttificazione



(Stadio 79)
Frutti con dimensione massima
ma senza viraggio cromatico



(Stadio 85)
50% c. dei frutti maturi

Con la senescenza le foglie imbruniscono, possono rimanere sull'asse e cadere alla ripresa della crescita



(Stadio 90)
Le foglie cambiano
colore e a cadono

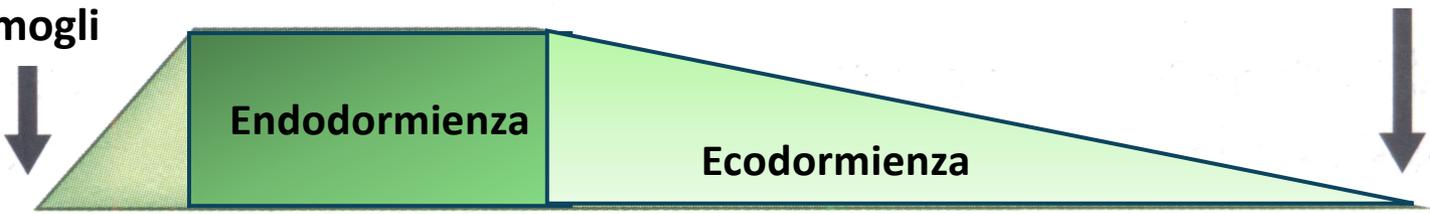


(Stadio 91 - 95)
Dal 10% al 50%
le foglie hanno
cambiato colore
e sono cadute

Giu Lug Ago Set Ott Nov Dic Gen Feb Mar Apr Mag

Formazione
dei germogli

Germogliamento



Giorni corti



Giorni lunghi

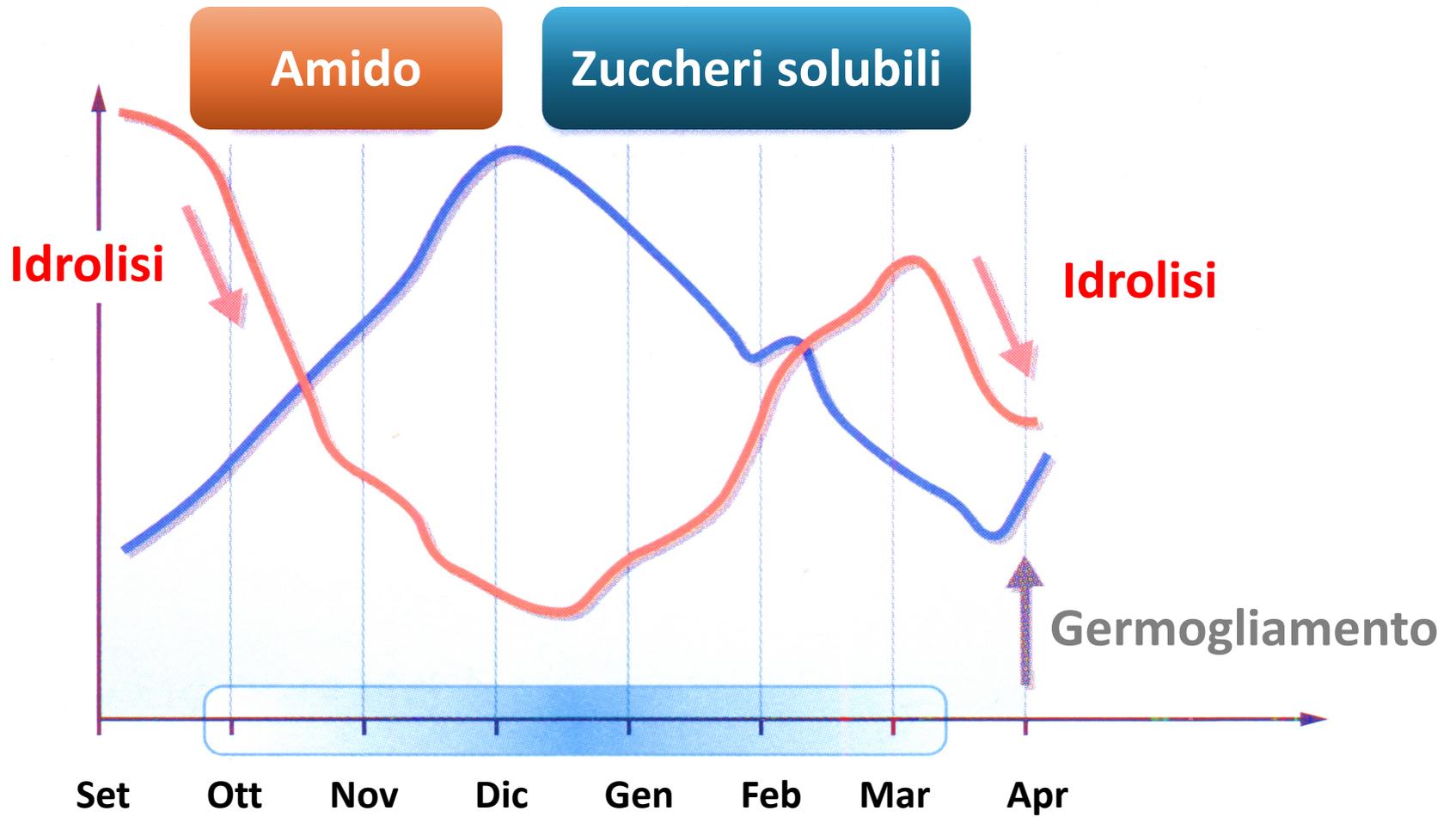


Freddo



Gelo







Osmosi

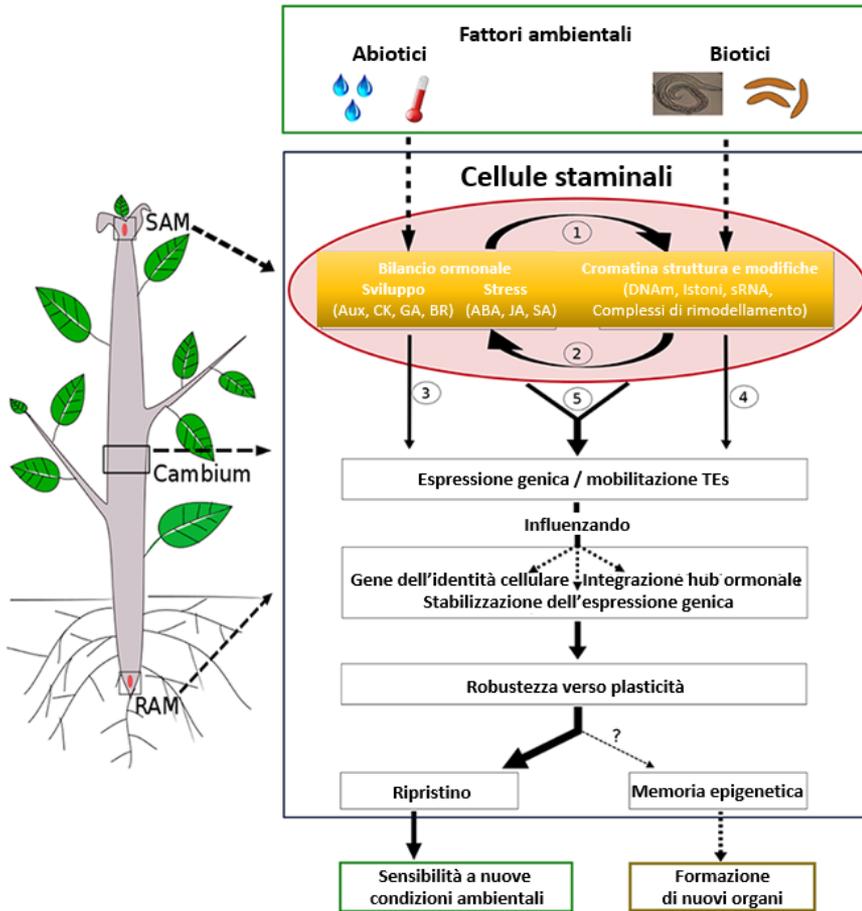
Zuccheri solubili
iniettati

Pressione della linfa
grezza per iniezione
di zuccheri da parte
dei raggi del legno

Pressione radicale

H₂O + minerali

Modello semplificato del crosstalk tra fitormoni, genetica e epigenetica durante lo sviluppo delle piante



Le cellule meristematiche in SAM, RAM e Cambiali sono centri di morfogenesi che danno origine ai sistemi aerei e radicali o alla formazione del legno nelle piante perenni e alla plasticità in risposta a vari segnali ambientali. I segnali ambientali sono percepiti direttamente o indirettamente dai meristemi e potrebbero influenzare l'equilibrio ormonale e/o la struttura della cromatina in un complesso crosstalk

Citochinine (CKs)	Stimolano l'attività del meristema
Acido Abscissico (ABA)	Reprimono l'attività del meristema
Giberelline (GAs)	Favoriscono la crescita
Auxine (IAA)	Formano la connessione vascolare

Modello di sviluppo architetturale



Sviluppo è il funzionamento del meristema che costruisce l'architettura di un albero



Crescita è la produzione della biomassa da parte della fotosintesi



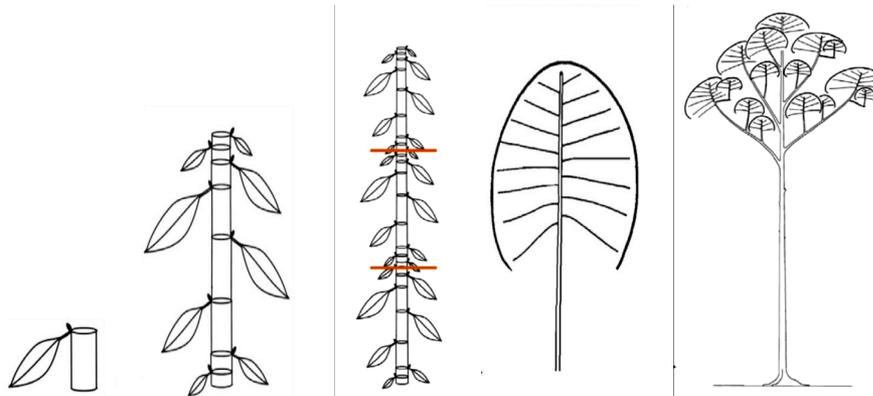
Il meristema ha tre età differenti:

Età cronologica è la **durata di funzionamento del meristema** dalla sua formazione

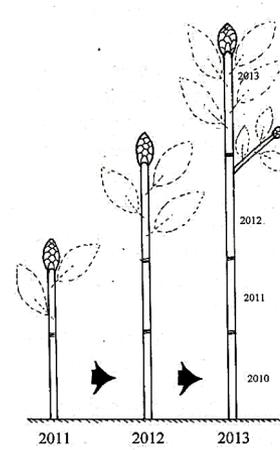
Età ontogenetica è **l'età della pianta** quindi formazione e funzionamento del meristema

Età fisiologica è il **grado di differenziazione dei fitomeri** prodotti dal meristema

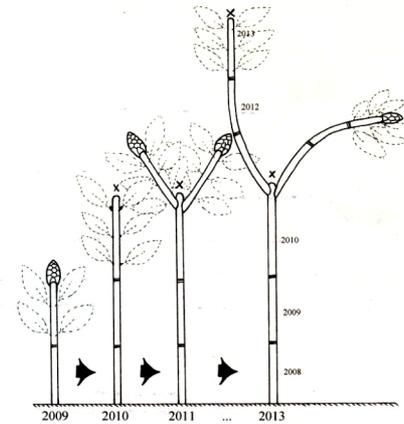




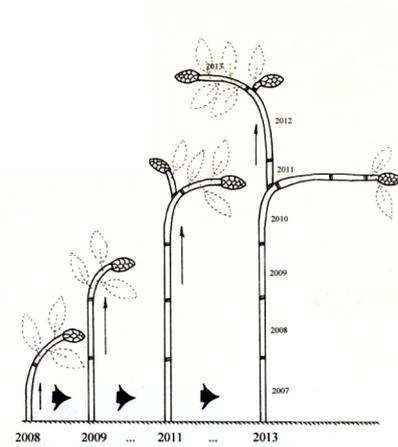
Fitomero
Unità di Crescita
Asse
Unità Architettrale
Duplicazione



L'estremità del tronco si allunga anno dopo anno



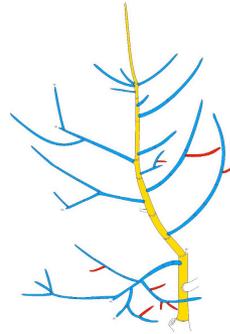
Alternanza di crescita lineare per alcuni anni, morte dell'estremità e messa in posto di una biforcazione. Un elemento della biforcazione si raddrizza e riprende la costruzione del tronco, mentre l'atro elemento si piega diventando una branca.



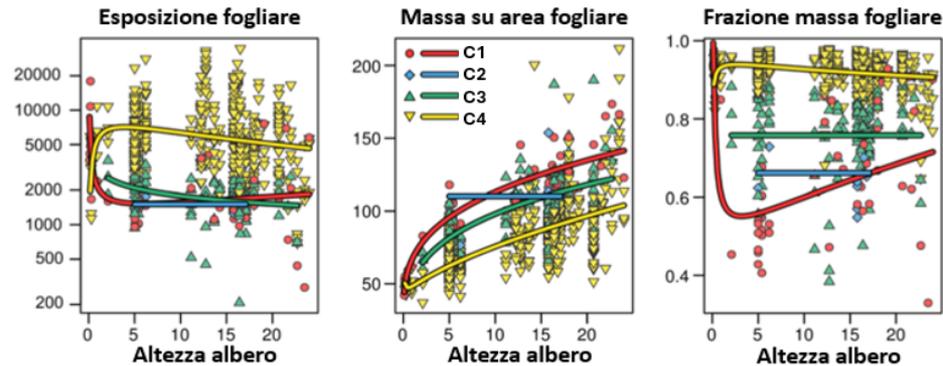
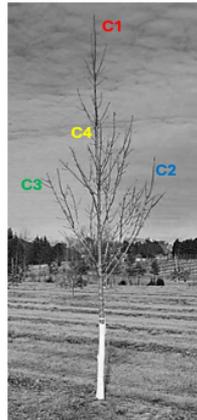
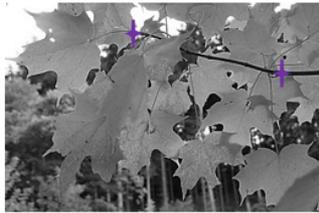
L'estremità del tronco è inclinato, poi si raddrizza dal basso verso l'alto. L'estremità del tronco si è allungato ma in seguito non si raddrizza e un asse laterale più vigoroso, funziona da staffetta, si raddrizza sostituendo la vecchia estremità.

Quercia

	A1	A2	A3	A4
Orientamento	Ortotropo	Ortotropo	Ortotropo	Ortotropo
Crescita	Simpodiale	Simpodiale	Monopodiale	Monopodiale
Policiclismo	Si	Si	No	No
Sessualità monoica laterale	Rara	Possibile	Frequente	Molto frequente
Ramificazione differita acrotona	Si	Si	Si	No
Longevità	Perenne	Caduco a lungo termine	Caduco a medio termine	Caduco a corto termine



Architettura e tratti funzionali foglie/germoglio di un albero



Esposizione fogliare (Ef): area fogliare del germoglio/lunghezza del germoglio
Massa su area fogliare (Maf): massa fogliare del germoglio/area fogliare del germoglio
Frazione massa fogliare (Fmf) massa fogliare del germoglio/massa totale del germoglio)
C1-C4: gradiente della lunghezza e diversa specializzazione dei germogli

Cambio ontogenetico in *Acer saccharum* dei tratti funzionali nei germogli dell'anno corrente di crescita, C1 e C2 erano di dimensioni maggiori e caratterizzati da un elevato numero di fitomeri, maggiore lunghezza di germoglio, dell'area fogliare del germoglio e biomassa di germoglio e foglia. Al contrario, C4 erano di dimensioni minori e caratterizzato da valori bassi per tutti i tratti morfologici. L'incremento di Maf è dovuto all'efficienza di intercettazione della luce, alto Fmf sfruttamento della luce (fogliarizzazione), basso Fmf esplorazione o supporto (assializzazione), alto Ef e Fmf indica un grande investimento in nuove foglie. In generale, sui germogli corti, le foglie rappresentano la maggior parte dell'area fogliare. Il costo ridotto degli steli corti consente la produzione di un'area fogliare con il 36% in meno di biomassa. Le simulazioni mostrano che, sebbene i germogli corti siano più ombreggiati, apportano benefici alla pianta perché costano meno. Infine, le proprietà morfologiche dei germogli corti hanno importanti implicazioni per l'architettura dell'intero impianto.









Reiterazione



Quercus petraea in stadio adulto (a sinistra) che presenta una reiterazione (al centro) la cui unità architettonica è simile a un esemplare della stessa specie in stadio giovanile (a destra).

Potatura: architettura e reiterazione



Rovere Berba 1980 - 1990 – 2009 - 2017



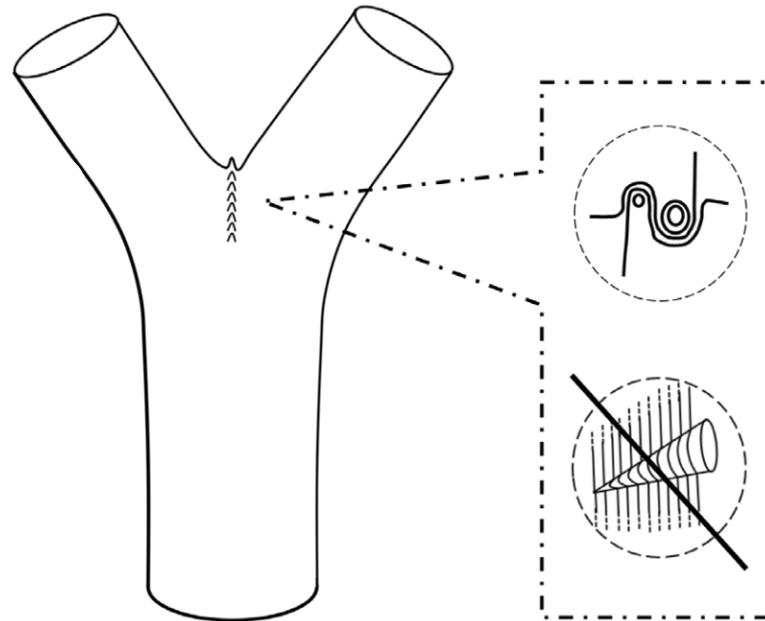
Inverni 2008 e 2017



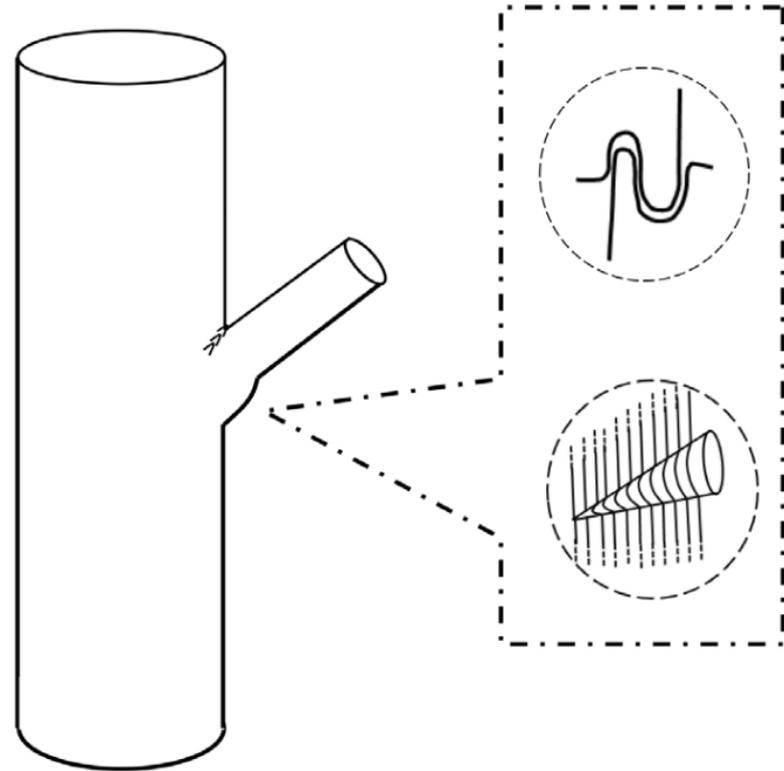
Biforcazioni, nodi, incastri, giunti: un nuovo modello



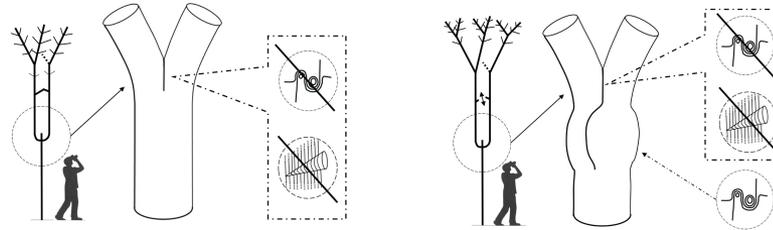
***Quercus robur* con almeno cinque duplicazioni successive e curvature delle branche strutturali basali/mediane: la chioma ha raggiunto il massimo volume, l'albero è avviato allo stadio maturo.**



**Il legno nell'apice centrale delle biforcazioni (legno ascellare) è significativamente più duro e più denso di ca 20%.
Gli assi sono collegati da legno ascellare denso e tortuoso, ma non si formano dei nodi nel tronco.**

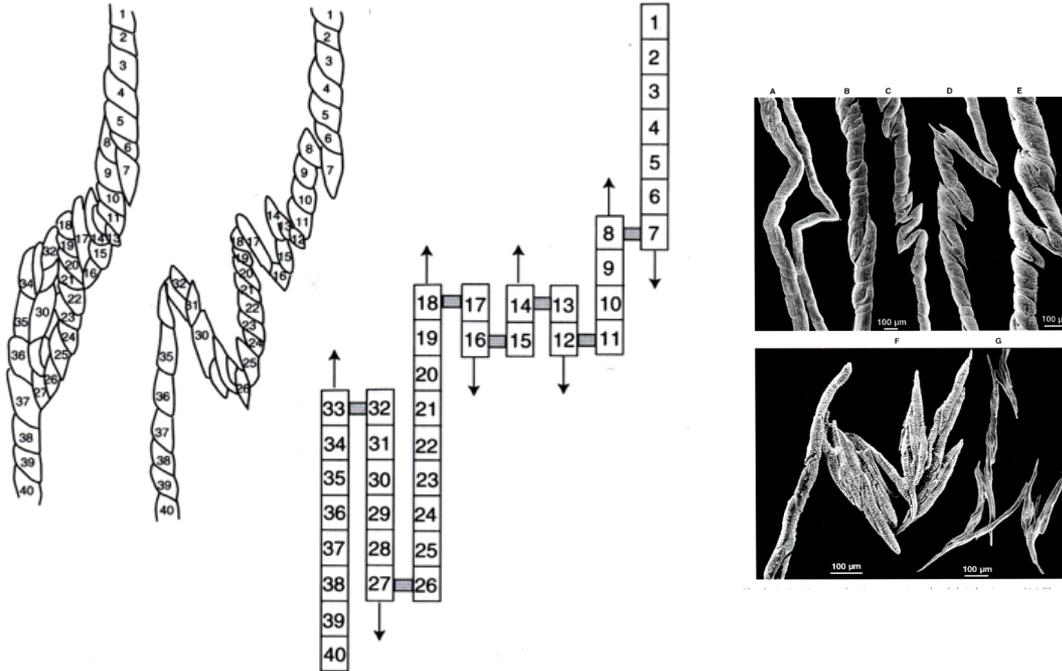


Gli assi di una forcella ricorrente si differenziano naturalmente in due o tre anni. Uno di loro acquisisce la funzione di tronco mentre gli altri acquisiscono il rango di rami. Questi sono collegati al tronco da un doppio sistema d'attacco nodo e legno ascellare.



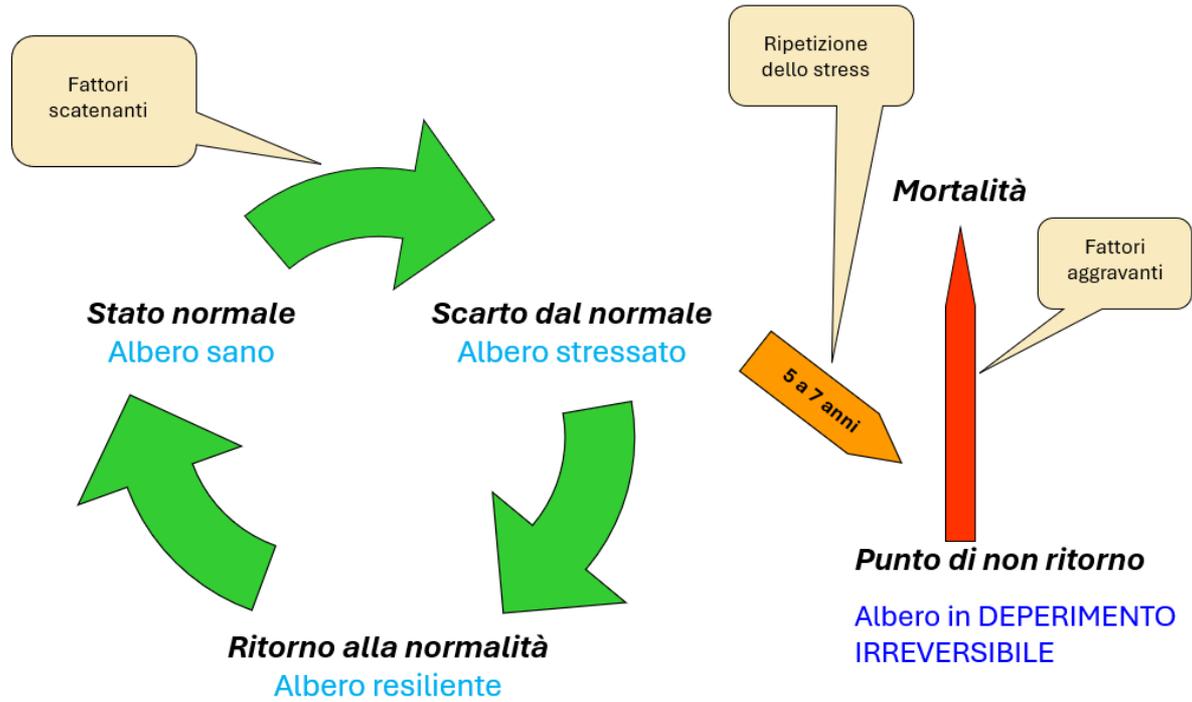
Un rinforzo naturale impedisce alla forcella di oscillare al vento e quindi di consolidarsi. Di conseguenza, si forma corteccia inclusa, nessun nodo, nessun legno ascellare. Se la forcella, con corteccia inclusa non si rompe, si consoliderà producendo un ingrossamento legnoso caratteristico: nessun nodo, nessun legno ascellare a livello della corteccia inclusa, ma legno ascellare in forte concentrazione nell'ingrossamento legnoso.

Morfologia dei vasi a zig zag del legno ascellare



Disposizione degli elementi di conduzione e diagramma degli stessi elementi conduttori.

Ciclicità: modello



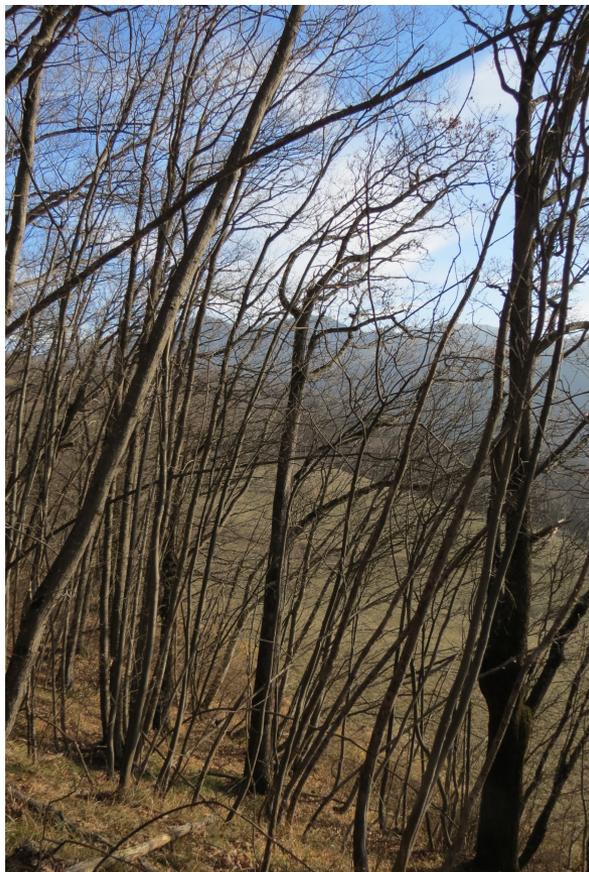


Discesa della cima



Sensibilità

percezione: luce, gravità – risposta: legno di reazione



Fototropismo
Gravitropismo negativo
Propriocezione
curvatura e rettificazione





**La percezione
dell'ambiente
luminoso**

**debole rapporto
spettro luminoso
RC/RS**

RC Fitocromo RS



**Crescita
competitiva
in altezza**

**Cedimento
e
reiterazione**





**Gravicezione
Propriocezione**

**Dedifferenziazione
e reiterazione**



Ruolo degli ormoni vegetali in relazione alla formazione degli anelli degli alberi

Ormone	Ruolo
Auxine (IAA)	Mantiene l'identità delle cellule, promuove la divisione cellulare, differenziazione e ingrossamento cellulare
Citochinine (CKs)	Promuove la proliferazione cellulare, aumenta i livelli di auxina endogena
Giberelline (GAs)	Promuove i livelli di auxina endogena (aumentando indirettamente la divisione cellulare), l'allungamento delle fibre, il deposito di cellulosa, la produzione del legno di tensione
Brassinosteroidi (BRs)	Promuove la divisione cellulare, la differenziazione cellulare, l'espansione e l'allungamento cellulare, la lignificazione cellulare, la deposizione della cellulosa e emicellulosa, migliorare la produzione di Etilene
Etilene	Promuove la proliferazione cellulare e la produzione di legno di reazione, innesca la produzione di jasmonato
Acido Abscissico (ABA)	Promuove la divisione cellulare e l'acclimatamento termico
Strigolattone (SLs)	Promuove la divisione cellulare con le auxine
Poliammine (Pas)	Reprime la divisione cellulare modulando l'auxina
Acido Salicilico	Promuove diverse risposte contro disturbi abiotici e biotici
Jasmonati	Promuove le risposte di difesa contro disturbi abiotici e biotici

Auxine (IAA)

Citochinine (CKs)

Giberelline (GAs)

Brassinosteroidi (BRs)

Etilene

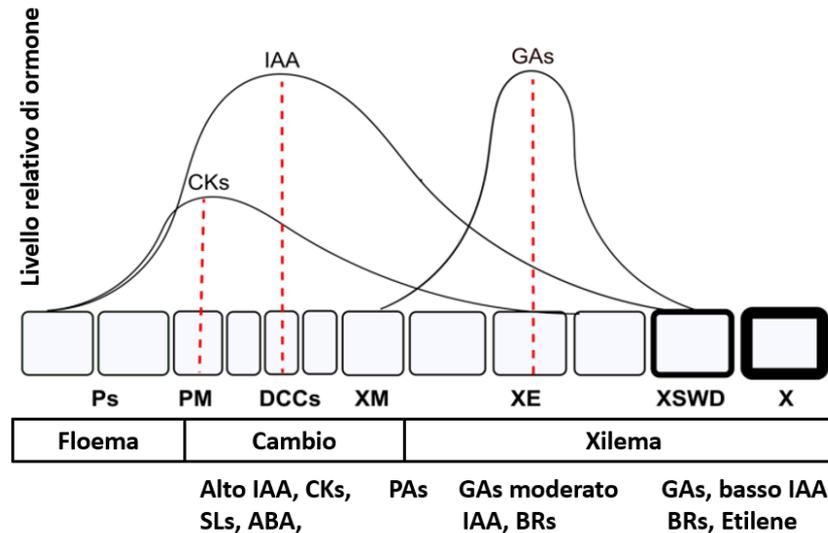
Acido Abscissico (ABA)

Acido Salicilico

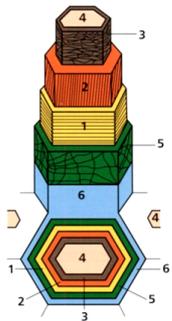
Jasmonati

Strigolattoni (SLs)

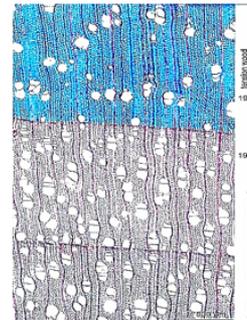
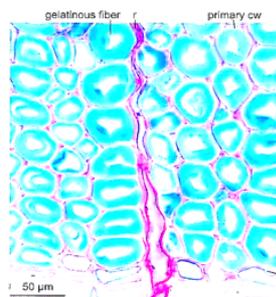
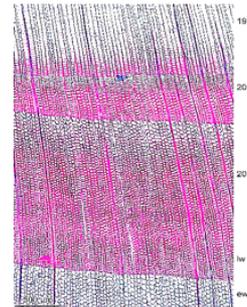
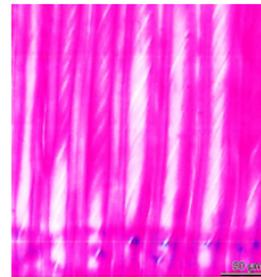
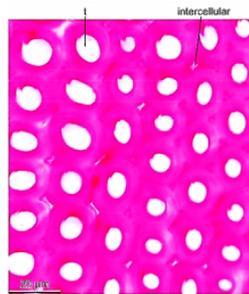
Poliammine (Pas)



DCC cellule cambiali
PM cellula madre floema
XM cellula madre xilematica
PS cellule floematiche
XE cellule xilematiche
XSWD lignificazione di parete secondaria
X cellule xilematiche mature



- 1 a 3 Parete secondaria
- 1 Strato S1
- 2 Strato S2
- 3 Strato S3
- 4 Cavità
- 5 Parete Primaria
- 6 Lamella Mediana



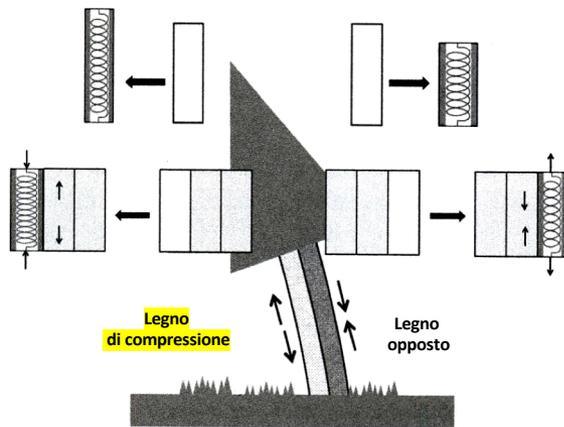
Legno di compressione

Anatomicamente sono evidenti **tracheidi corte**, arrotondate, con pareti fessurate e con maggiore presenza di lignina. Angolo delle microfibrille (MFA) maggiore.

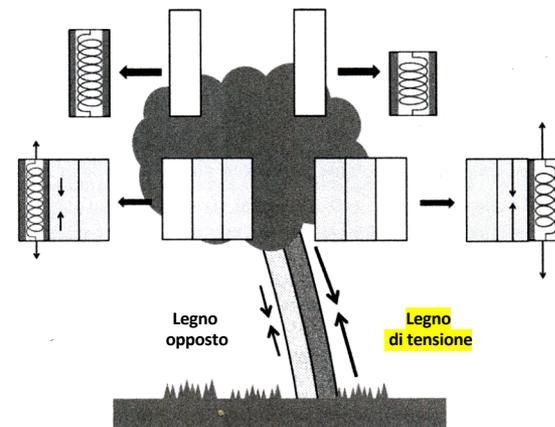
Legno di tensione

Anatomicamente sono evidenti **lunghe fibre** e una minore presenza di lignina nella parete e con lo strato **S3** della parete secondaria sovente sostituito da composti di **cellulosa cristallina**, immersi in una matrice polisaccaride (strato **G**). Angolo delle microfibrille (MFA) piccolo.

Modelli biomeccanici



In generale nelle conifere le cellule del **legno di compressione** in fase di maturazione si allungano, ma essendo ancorate alle cellule vicine normalmente cresciute, si comportano **come una molla caricata che tende ad allungarsi**. Nel legno opposto "normale" la maturazione delle cellule si traduce in una contrazione longitudinale, ma essendo ancorate alle cellule vicine vengono tese come una molla tirata che cerca di contrarsi.



In genere nelle latifoglie il **legno di tensione** tende a restringersi longitudinalmente. Ma il nuovo strato cellulare essendo ancorato alle cellule vicine, **come una molla stirata viene messo in tensione**, mentre gli strati interni subiscono un incremento in compressione. Se questo restringimento è eterogeneo attraverso la sezione trasversale del fusto (come ad esempio se viene prodotto legno tensione), si verifica una curvatura attiva del fusto.

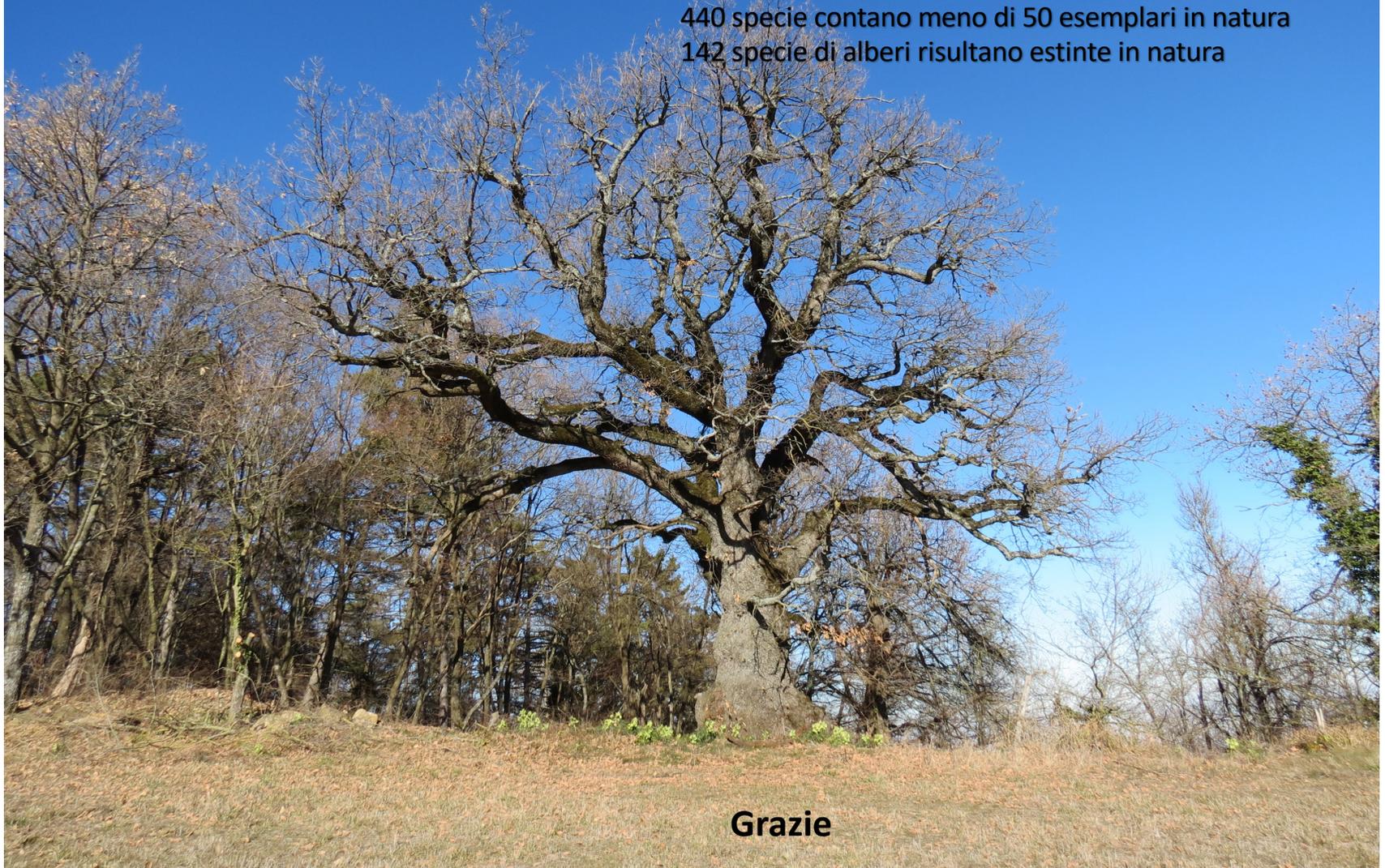
State of the World's Trees:

58497 Specie

17000 a rischio estinzione

440 specie contano meno di 50 esemplari in natura

142 specie di alberi risultano estinte in natura



Grazie