

RETERURALE  
NAZIONALE  
20142020

7 luglio 2023

CREA - Centro di Ricerca Foreste e Legno, Casale Monferrato

## Pioppicoltura resiliente ai cambiamenti climatici



# Lo stress idrico nel Pioppo

Andrea Carra

CREA Foreste e Legno, Casale Monferrato

RETERURALE  
NAZIONALE  
20142020



RETERURALE.IT



Best  
4

# Effetti dello stress idrico sulla fisiologia delle piante

- Chiusura stomi
  - riduzione della traspirazione
  - stress termico dovuto a ridotta traspirazione
  - blocco della fotosintesi
- Stress ossidativo (accumulo di specie reattive dell'ossigeno, ROS): danni a membrane, proteine, DNA
- Stress osmotico
- Inibizione della crescita per distensione cellulare
- Cavitazione ed embolismi
- Riduzione delle riserve energetiche (zuccheri semplici e polisaccaridi)



# Impatto dello stress idrico sulla resa delle colture arboree

- Riduzione di crescita
  - blocco della fotosintesi
  - inibizione della distensione cellulare
- Morte di branche o intere piante (embolismi)
- Conseguenze a lungo termine (poco conosciute)
  - impoverimento delle riserve energetiche
  - epigenetica



Brodrigg *et al.*, Science, 2020. Effetti della siccità del 2019 in Australia su eucalypto e conifere del genere *Callitris*.

# Meccanismi di difesa delle piante

- Regolazione stomatica (acido abscissico, **ABA**)
- Riparazione degli embolismi
- Sintesi di osmoliti (protezione da stress osmotico) e antiossidanti (protezione da stress ossidativo)
- Espressione di enzimi antiossidanti (ROS-scavenging enzymes: SOD, CAT, APX)
- Plasticità fenotipica (filloptosi, variazioni nella dimensione delle foglie e della crescita radicale, rapporto chioma/radici)
- Accumulo di cere epicuticolari sulle foglie
- Accumulo di proteine con funzione di protezione dallo stress termico (Heat shock proteins, HSP; Heat shock factors, HSF)
- Variazioni epigenetiche



# Genomica funzionale applicata alla resistenza allo stress idrico in pioppo

- Genomica funzionale: lo studio della funzione dei geni
- La risposta della pianta allo stress idrico dipende dall'espressione genica
- Individuazione dei geni per omologia con piante modello (Arabidopsis)
- Caratterizzazione della funzione attraverso sovraespressione/silenziamento
- Il sequenziamento del genoma del pioppo (2006): prima specie arborea e terza in assoluto



# Esempio 1: formazione degli stomi

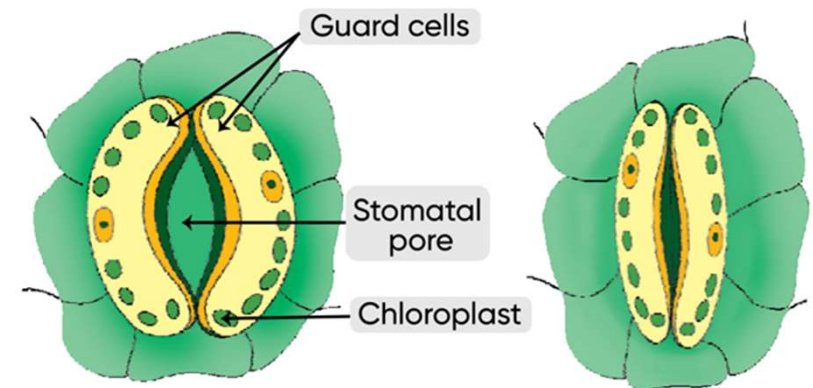
- Geni che controllano il numero e la dimensione degli stomi nel pioppo: **EPF1** ed **EPFL6** sono regolatori positivi, **Stomagen** è un regolatore negativo
- Piante con meno stomi sono più tolleranti allo stress idrico e hanno una maggiore efficienza nell'uso dell'acqua (in laboratorio e in serra)
- Altri studi mostrano che stomi più numerosi e più piccoli sono più efficienti (veloci) nell'aprirsi e chiudersi in risposta alle condizioni ambientali



## Esempio 2: regolazione dell'apertura stomatica

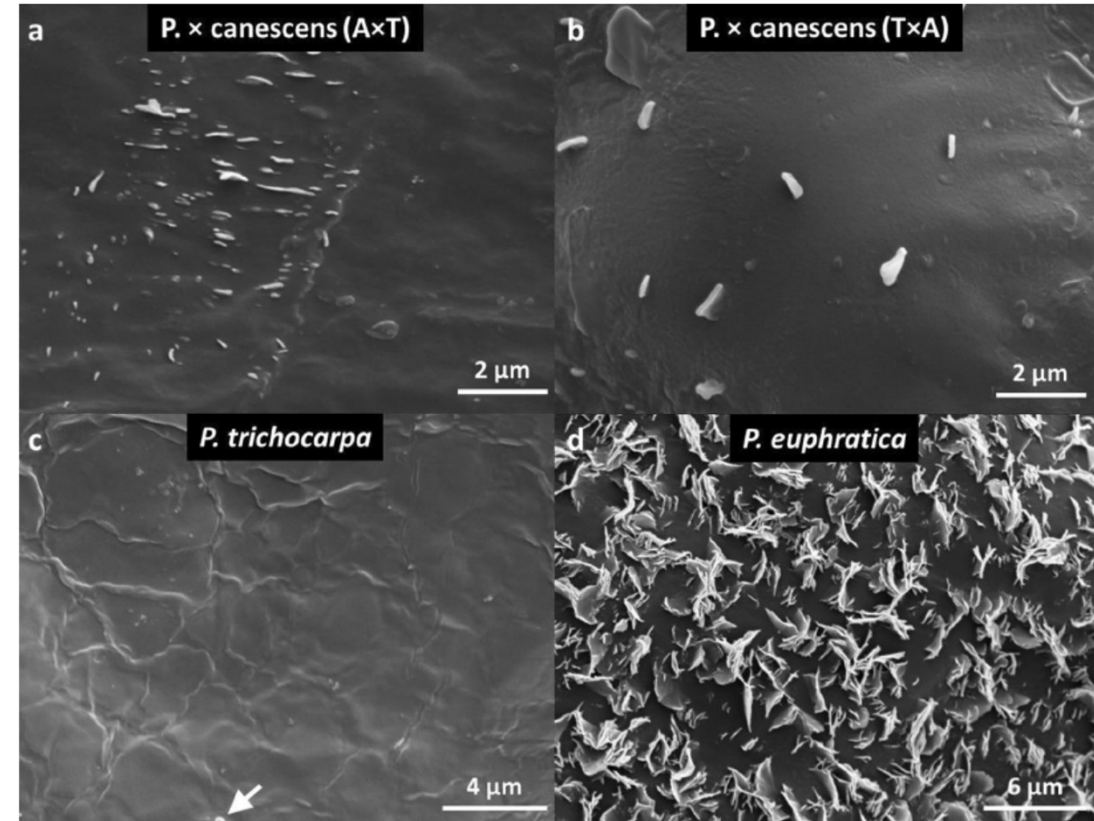
- Il segnale originato dallo stress idrico che induce la chiusura degli stomi è trasportato dall'ormone acido abscissico (**ABA**)
- L'ABA è percepito nelle cellule di guardia degli stomi da specifici recettori (**PYR/PYL** pyrabactin resistance/PYR-like)
- Pioppi in cui i recettori dell'ABA sono maggiormente espressi sono più tolleranti allo stress idrico

### OPEN AND CLOSED STOMATA



## Esempio 3: biosintesi di cere epicuticolari

- Protezione da disidratazione, radiazione UV e temperature estreme (caldo, freddo)
- Il gene **SHN1** (SHINE1) controlla la biosintesi delle cere (isolato dal clone ibrido Neva) (Meng *et al.*, 2018)
- Sovraespressione di **SHN1**
  - accumulo cere
  - minore traspirazione
  - tolleranza allo stress idrico
  - maggiore efficienza dell'uso dell'acqua





## Esempio 4: geni che controllano la crescita radicale

- Il gene di pioppo **WOX11/12** (WUSCHEL-related homeobox 11/12) è espresso nelle radici e indotto da stress idrico. Quando sovraespresso incrementa la produzione di radici e la resistenza allo stress idrico
- Il rapporto tra radici e parte aerea della pianta è governato dagli ormoni **acido abscissico** e **auxina**. **AREB3** ed **NF-YB21** sono due fattori di trascrizione coinvolti nella percezione dell'ABA che quando sovraespressi in pioppo incrementano il rapporto tra radici e chioma e la resistenza allo stress idrico



[Responses to Drought Stress in Poplar: What Do We Know and What Can We Learn?](#) Rosso L, Cantamessa S, Bergante S, Biselli C, Fricano A, Chiarabaglio PM, Gennaro M, Nervo G, Secchi F, Carra A. *Life (Basel)*. 2023 Feb 15;13(2):533. doi: 10.3390/life13020533.PMID: 36836891 **Free PMC article**. Review.

- In questo articolo vengono commentati circa 200 lavori sulla risposta allo stress idrico nel pioppo
- Sono elencati circa 30 geni caratterizzati in modo approfondito, principalmente in prove di laboratorio e in serra
- Molti altri geni sono in fase di caratterizzazione relativamente a stress idrico e stress correlati (temperatura)
- **Come può essere sfruttata questa conoscenza?**

Gene	Species	Note
PtrWRKY75	P. tremula	ROS
PtHMGR	P. × euramericana	ROS
PdEPF1	P. deltoides	stomatal density, WUE
PdERECTA	P. nigra	stomatal density, WUE
PdEPFL6	P. nigra	stomatal density, WUE
STOMAGEN	P. alba	stomatal density
PtaGTL1	P. tremula × P. alba	stomatal density
Pu-miR172d	P. ussuriensis	stomatal density
PYL6, PYL9	P. euphratica	ABA
PtPYRL1	P. trichocarpa	ABA
PtPYRL5	P. trichocarpa	ABA
RCAR1/PYL9	P. tremula	ABA
AREB3	P. tremula	root growth
FDL1, FDL2	P. tremula	root growth
PtrMYB94	P. trichocarpa	ABA
PdGNC	P. nigra	stomatal movement
PtXERICO	P. trichocarpa	ABA
PaIPUB79	P. alba	ABA
PeSHN1	P. alba	cuticular waxes
PdNF-YB21	P. deltoides	root growth
PtaSUT4	P. tremula × P. alba	root growth
PtabZIP1	P. tremula × P. alba	lateral root development
PtaJAZ3	P. tremula × P. alba	lateral root proliferation
PtaRAP2.6	P. tremula × P. alba	lateral root proliferation
PagWOX11/12	P. alba	root growth
PtaPIP1.1	P. alba × P. tremula	embolism
PtoMYB170	P. tomentosa	stomatal movement
PtaERF194	P. tremula × P. alba	stomatal movement



# TEA – tecniche di evoluzione assistita

- **Cisgenesi**
- **Genome editing**
- Progetto Biotech (2018-2022)
- Sottoprogetto Pioppingene (G. Nervo, P. Calligari)
- Possibilità di sperimentazione in campo (approvata dalle commissioni del senato Agricoltura e Ambiente il 30/5/23)

ANSA.it Terra&Gusto Mondo Agricolo Ok a emendamento su agricoltura biotech, una 'svolta epocale' per il mondo agricolo

## Ok a emendamento su agricoltura biotech, una 'svolta epocale' per il mondo agricolo

Per il ministro Lollobrigida "avremo piante più resistenti alla siccità"



Redazione ANSA ROMA 30 maggio 2023 18:59

[Scrivi alla redazione](#)

[Stampa](#)

RETERURALE  
NAZIONALE  
20142020



RETERURALE.IT  
f t y i



Best  
4

# Cloni ibridi tolleranti allo stress idrico (genetica classica)

- **Neva** (*P. deltoides* x *P. nigra*, incrocio controllato)
  - Origine del gene SHN1
  - Accumulo cere epicuticolari circa triplo rispetto ad altri ibridi
  - Risultato tollerante allo stress idrico in prove in campo (sud Italia) e serra (Casale Monferrato) (Navarro, Facciotto *et al.*, 2014; Chiarabaglio *et al.*, 2022)
  - Ricerca alleli superiori per cisgenesi
- **I45/51** (*P. deltoides* x *P. sp.*, incrocio spontaneo)
  - Caratterizzato da elevata WUE (water use efficiency) (Monclus *et al.*, 2006)

# Attività in corso

- Estate 2022: esame visivo della risposta allo stress idrico dei cloni in archivio (circa 400 *P. deltoides* e circa 700 *P. nigra*)
- Analisi densità stomatica, risposta degli stomi all'acido abscissico, quantità cere cuticolari in cloni selezionati (P. M. Chiarabaglio, S. Cantamessa, V. Ravizza)

# Attività programmate

- Applicazioni di cisgenesi e genome editing per la tolleranza allo stress idrico
- Identificazione di alleli superiori (esempio: SHN1 da clone Neva?) per utilizzo in cisgenesi
- Nuovi incroci utilizzando parentali di cloni tolleranti
- Prove in campo pluriennali di cloni selezionati in condizioni di stress idrico in confronto a disponibilità di acqua non limitante

