

**Vi sono diverse teorie a proposito di accrescimento, di cui 3 principali:**

•Needle mass theory (accrescimento biometricamente condizionato)

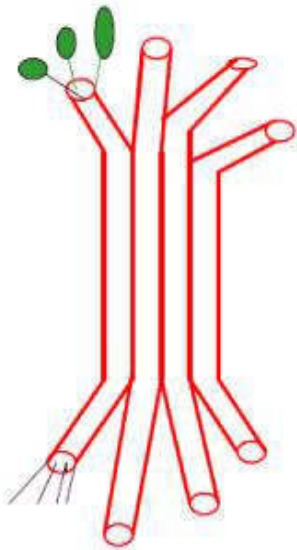
•Constant stress theory (accrescimento meccanicamente condizionato)

•Pipe model theory (accrescimento idraulicamente condizionato)

# La rigenerazione degli apparati radicali

“pipe model”

(SHINOZAKI et al. 1964) :



Il modello della pianta a tubi (Unit pipe model of plant form) l'albero è visto come un insieme di unità elementari a forma di tubo ognuna delle quali sostiene una unità di foglie (Shinozaky et al. 1964)

Secondo questo modello una pianta può permettersi una certa massa di foglie a patto di avere un sistema di conduzione adeguato

Si può dedurre che ricostruendo un sistema di conduzione a partire dalla rigenerazione degli apparati radicali è possibile bilanciare la massa fogliare

**Da dove l'albero reitera nuove radici**











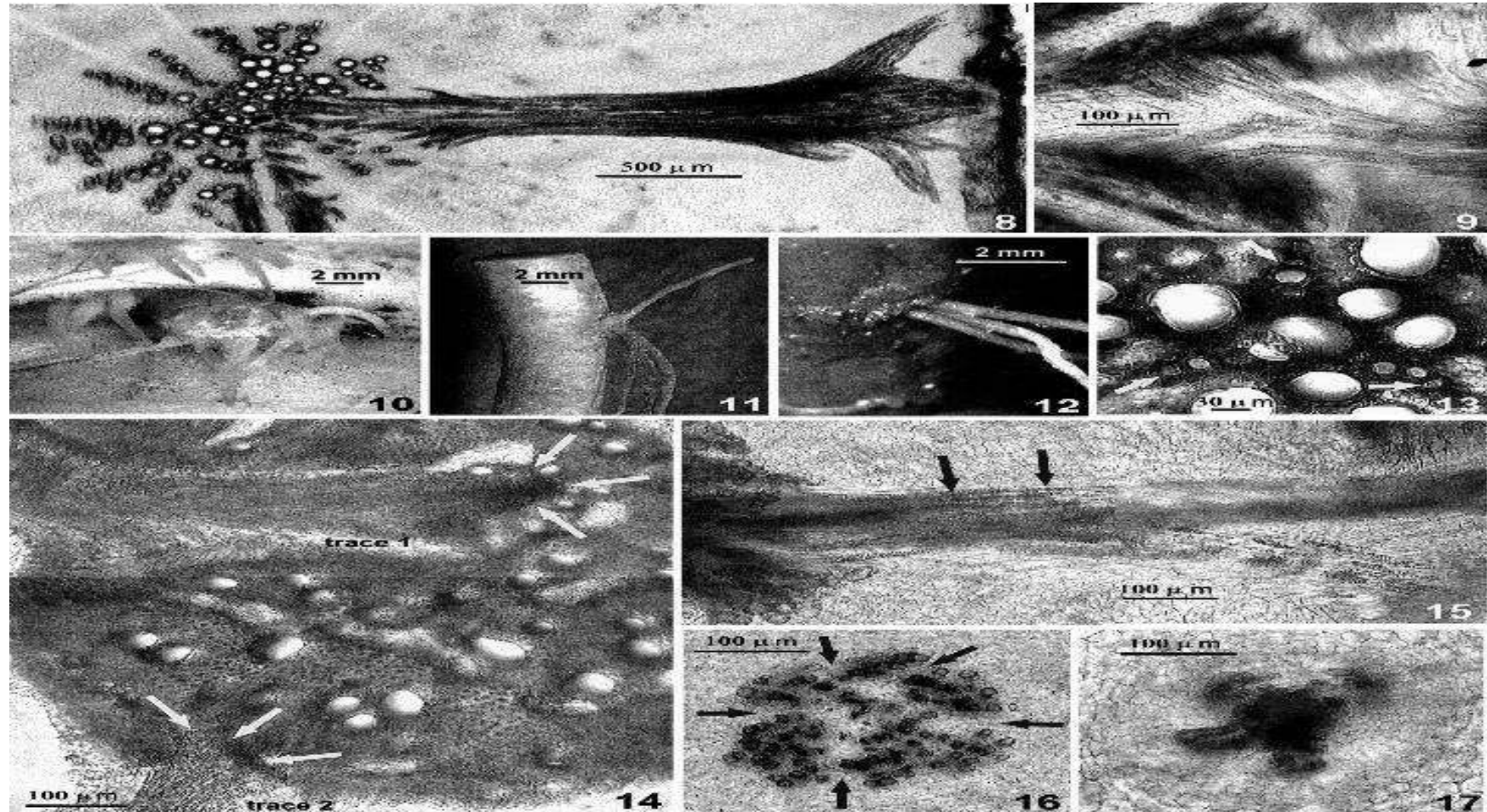










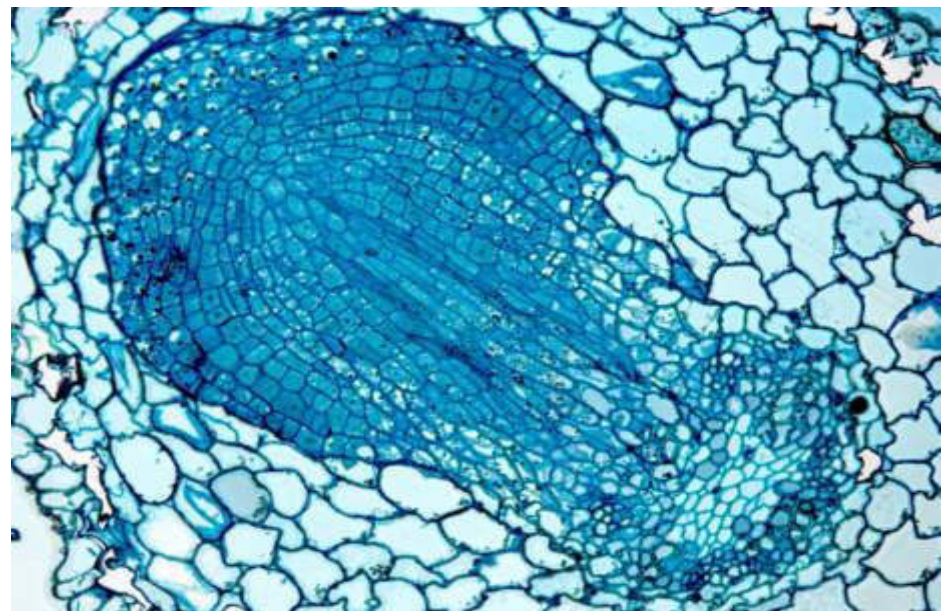
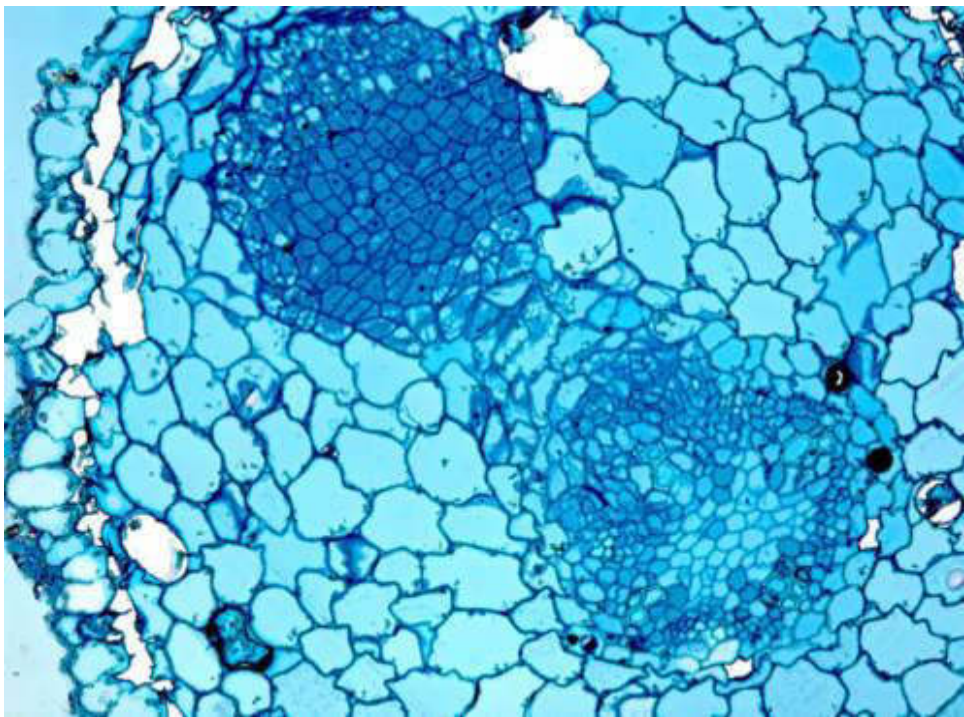
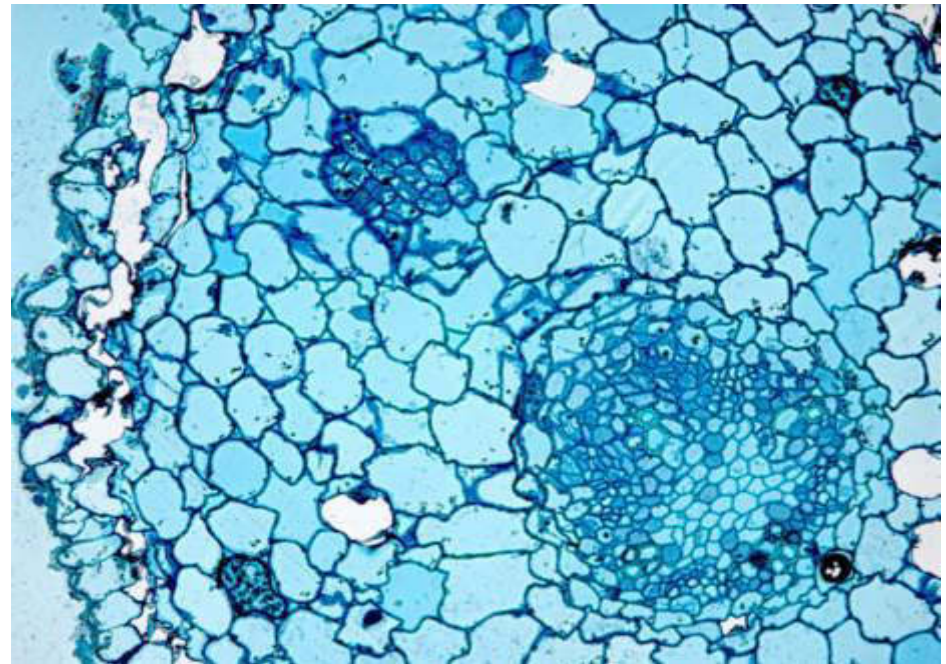
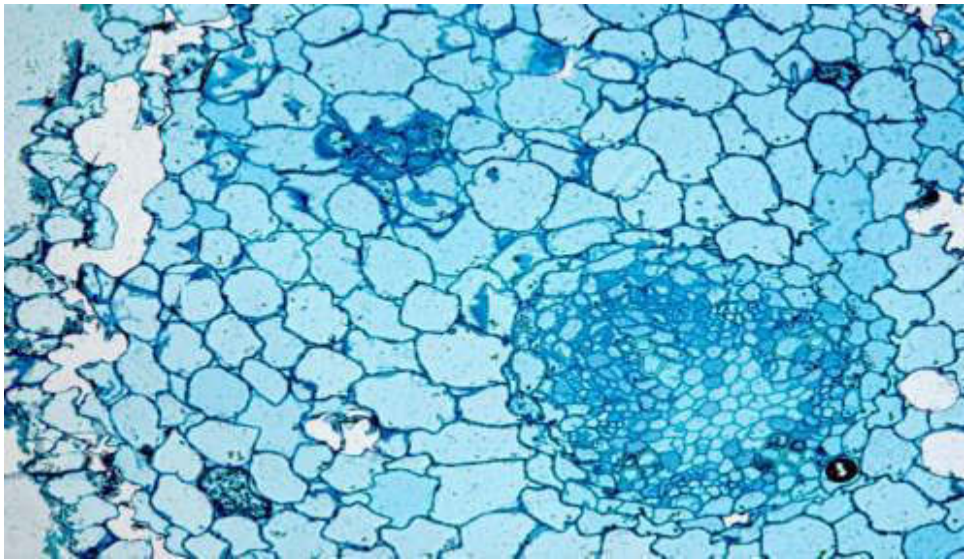


•Quando si forma una radice laterale la traccia può essere osservata fino allo xilema da dove si è originata (Esaù 1965, Byrne, Pesacreta e Fox 1997; Fahn 1990)

Quando una radice laterale è inserita sull'asse parentale il suo sistema vascolare confluisce con il sistema vascolare di origine (Byrne, Pesacreta e Fox 1977) pertanto la stratificazione di una nuova crescita mantiene inalterato il collegamento con il cambio vascolare secondario di origine

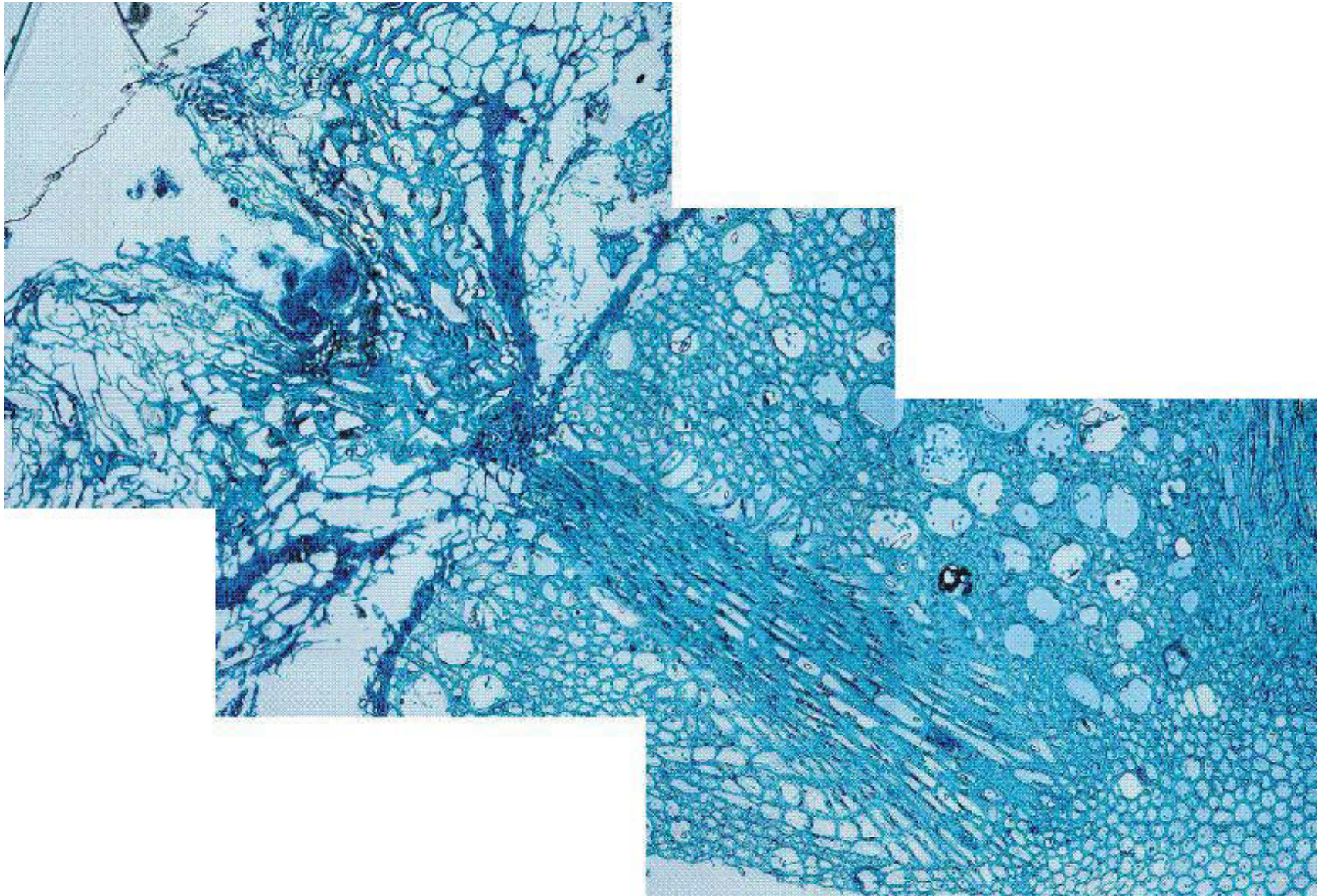
La domanda è: “**da dove viene la nuova produzione di radici laterali?**” La risposta a questa domanda è come sappiamo dalla crescita dei meristemi apicali principali e secondari sul periciclo di vecchie radici preesistenti nel tessuto primario, **ma non solo, esiste la formazione di radici in tessuto primario partendo da radici secondarie assai più vecchie;** una radice di questo tipo può essere definita accidentale o avventizia e **contrasta con la formazione di radici originatesi da tessuti primari sul periciclo.** L'importanza di queste radici è evidente nella rigenerazione di nuove radici. **La presenza di radici avventizie è largamente sottostimata poiché queste radici forniscono maggiori possibilità di assorbimento intorno a radici che sono in crescita secondaria.**





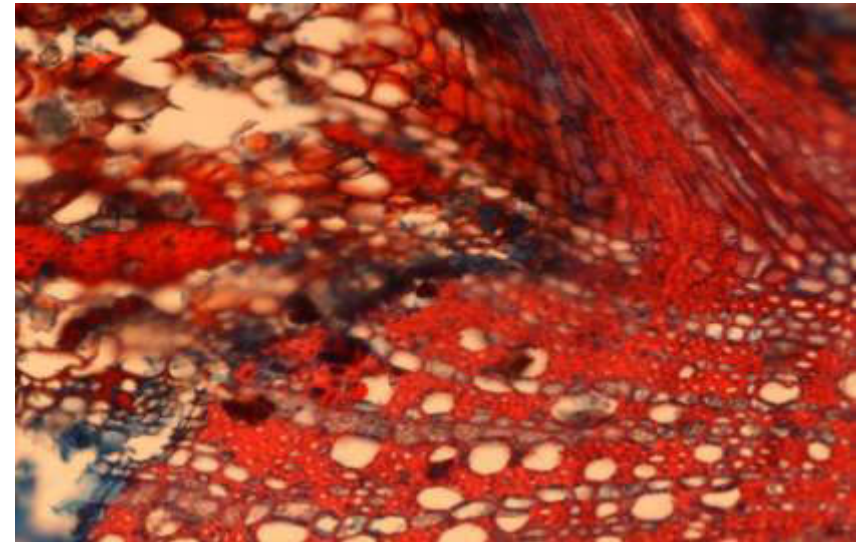
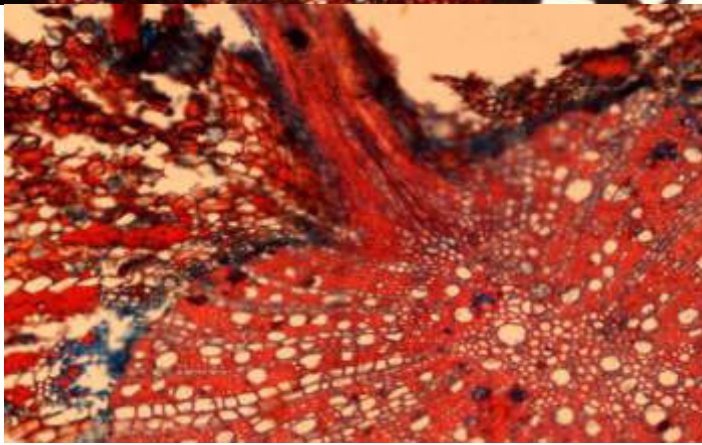
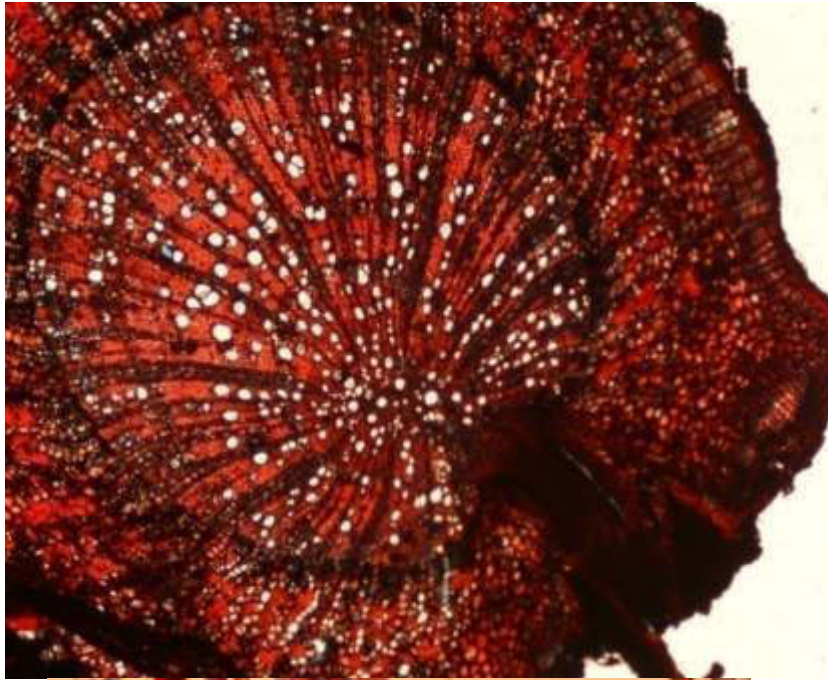
Sviluppo di radice laterale su radice in struttura primaria, per proliferazione delle cellule del periciclo, in corrispondenza di un'arca xilematica Primordio radicale





**tracce di radisce abscissa laterale( Fanchin jenny e Luigi Strazzabosco**





**Formazione di radici avventizie: radice di ciliegio con traccia inserita nel tessuto vascolare parentale secondario, con aggiunta di tessuti xilematici che si aggiungono lungo la traccia complessa partendo dalla periferia fino al sistema vascolare secondario parentale così le parti più periferiche fino allo xilema parentale e integrandosi al sistema vascolare di origine unendo così le parti periferiche al sistema vascolare parentale. (foto di A. Crivellaro e L. Strazzabosco).**





17 cm e 130  
radici  
reiterate





# Risultati









# Rigenerazione radicale da calli da ferita

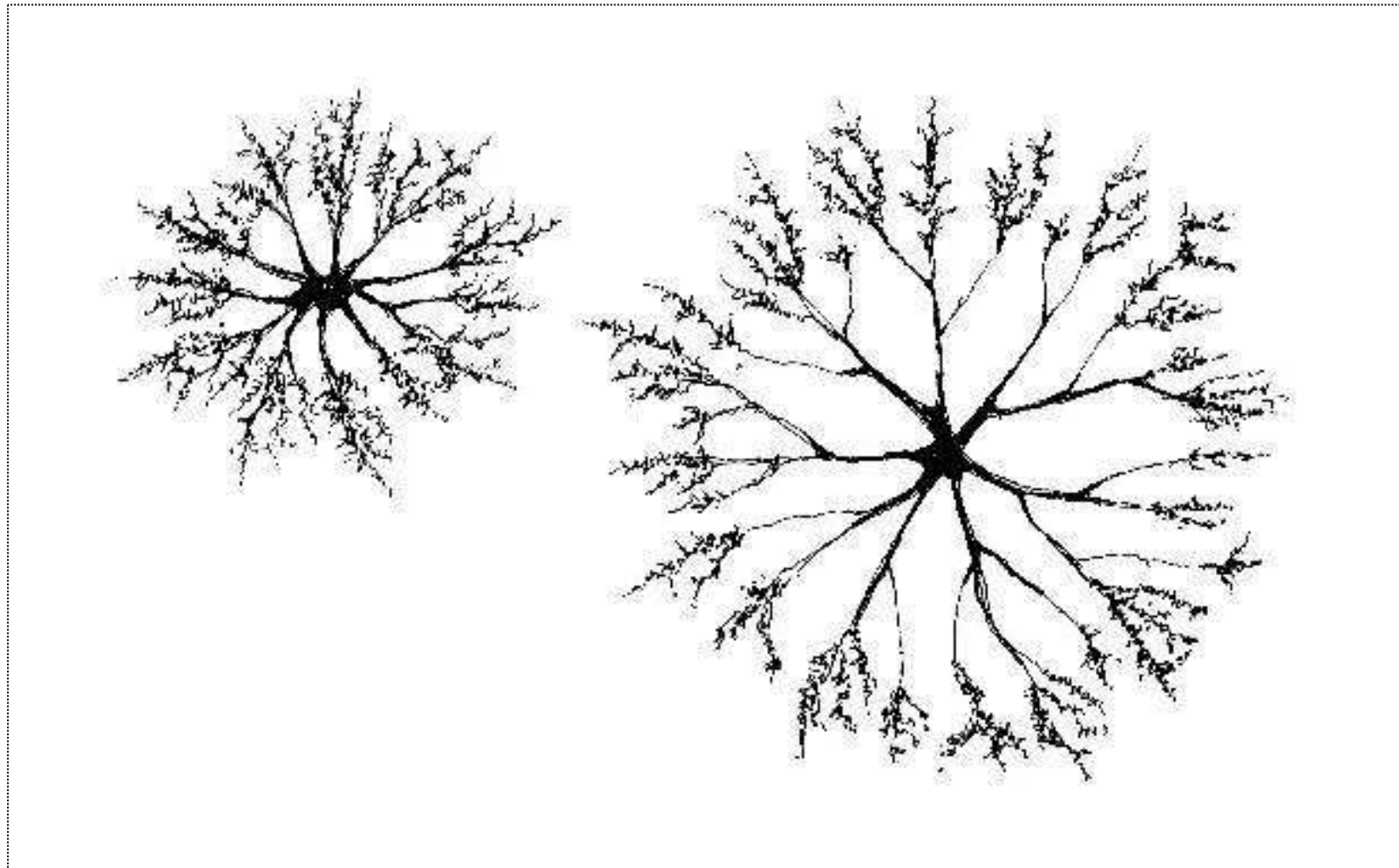


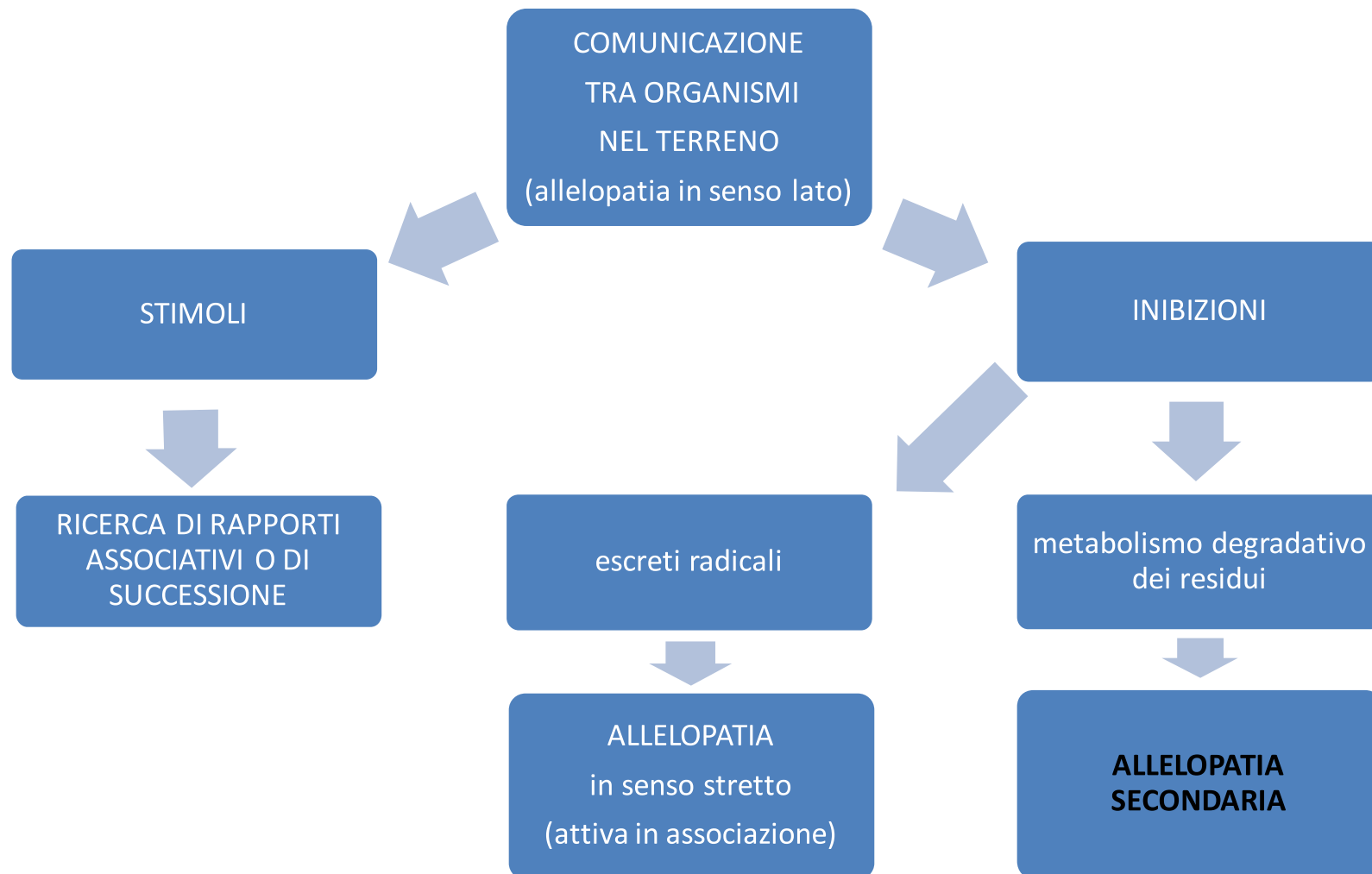
# CAVITAZIONE DEL PIATTO RADICALE

- Quando una radice “esploratrice” entra in un territorio libero genera una rete di capillari che si accompagna all'estensione delle superfici assorbenti.
- Ne consegue che per **mantenere una efficienza di assorbimento elevata** la radice deve muoversi.
- Il risultato di questa micromigrazione quando si estende a tutto l'apparato radicale è la formazione di una corona di radici assorbenti, collegate al tronco mediante una raggiera di radici scheletriche.



# CORONA E CAVITA' RADICALE







## RINNOVO DEL TERRENO E RIGENERAZIONE RADICALE

La presenza di Fenomeni **Allelopatici Secondari** comporta l'inutilizzabilità del proprio territorio all'interno della cavità,

N.B.: il rinnovo del terreno all'interno della cavità favorisce infatti la ri-colonizzazione da parte delle radici della pianta stessa.

La centrifugia della corona assorbente non rappresenta, dunque, una tendenza predeterminata della radice:

**la pianta potrebbe formare radici assorbenti in qualunque territorio, purché favorevole.**

la micromigrazione risponde ad una spinta unidirezionale e di conseguenza che la “cavitazione” è determinata solo inizialmente dalla riduzione delle disponibilità nutrizionali per cui deve essere spiegata sulla base di effettori di natura diversa.

Il risultato di un simile comportamento e la liberazione di cataboliti metabolici che pervadono l'ambiente con prodotti solubili; questi, esplicano attività tossica per le radici. Assumendo una funzione allelopatica indiretta che cresce in rapporto all'accumulo e si esercita con i prodotti catabolici che possiamo definire “Fattori allelopatici secondari” (Zucconi 1988).

Peraltro ove si operasse un rinnovo del terreno in zone poste all'interno della cavità, queste verrebbero invase da radici assorbenti della stessa pianta.



# LA PROVA SPERIMENTALE CONDOTTA

Di ogni segmento radicale si sono contate le ferite di abscissione delle radici assorbenti e l'eventuale rigenerazione radicale in atto (eventuali abbozzi di nuove radici).

I campioni, racchiusi in scatole Petri, provviste di un limitato substrato in grado di garantire ossigenazione e umidità (Laterlite); sigillate le scatole, i campioni sono stati riposti in ambiente buio, a 20 °C (+ un testimone per ognuna delle tre specie, all'aperto, a temperatura ambiente).

A distanza di circa 7 gg, e poi di 15 gg, si sono operate le osservazioni, cioè il riscontro sull'eventuale risposta delle radici al trattamento.

# RIGENERAZIONE IN OSSIGENAZIONE





# Le valutazioni



Segmento radicale di Acer c.  
all'ingranditore: sono evidenti le  
cicatrici di abscissione di radici laterali  
assorbenti precedentemente presenti

Ingrandimento (particolare) di un  
primordio radicale da un campione di  
radice di magnolia, in risposta al  
trattamento (sono evidenti le cellule  
dei tessuti radicali)









I risultati sono stati analizzati con il coefficiente di correlazione di Pearson  $R^2 = r^2$ , sull'asse delle X è stato posto il diametro delle radici da 3 a 10 mm e sulle Y la risposta all'ossigenazione; la prima analisi è stata effettuata il 26-11-2011 e non si è osservata correlazione significativa tra il diametro e la risposta all'ossigenazione  $R^2 = 0,0136$  per *Taxodium distichum*,  $R^2 = 0,0567$  per *Magnolia grandiflora* e  $R^2 = 0,0092$  per *Acer campestre*.

La seconda analisi effettuata il 27-12-2011 ha dato un risultato simile  $R^2 = 0,0077$  per *Taxodium distichum*,  $R^2 = 0,0076$  per *Magnolia grandiflora*,  $R^2 = 0,1894$  per *Acer campestre*, **pertanto anche se effettuato su un test poco potente possiamo affermare che la relazione continua tra diametro e risposta non è correlabile e che il periodo non influenza la risposta.**



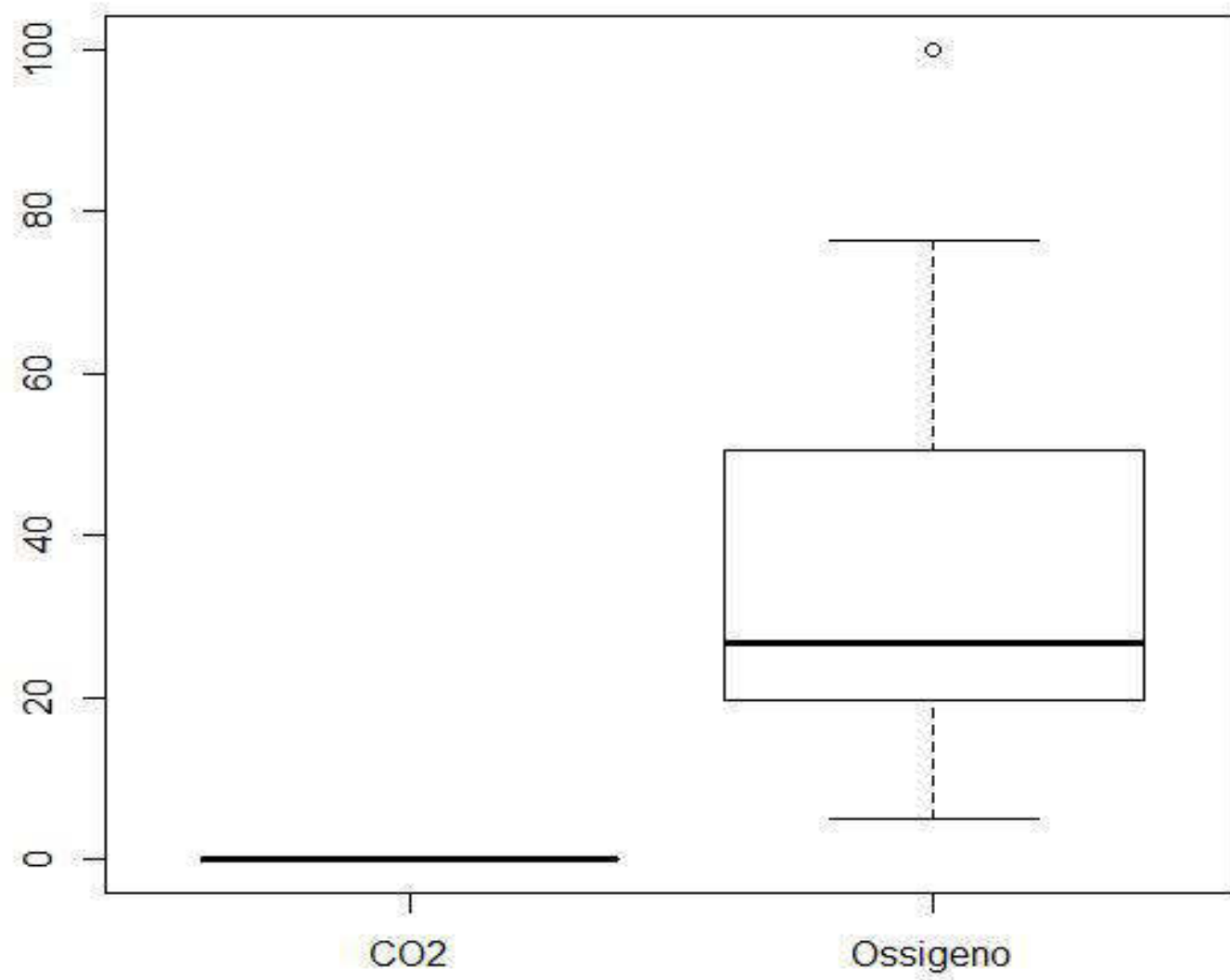
Altra domanda è verificare se **l'ossigenazione è correlabile alla risposta di rigenerazione in scatola Petri**, per tale motivo **abbiamo effettuato una valutazione con tre repliche in blocchi contrapposti**, la stessa radice è stata divisa in due una parte posta in scatola Petri per l'ossigenazione e l'altra meta all'interno di una bottiglia di pet inumidite con la stessa quantità di acqua e posti su un substrato di argilla espansa, dalla bottiglia è stata tolta l'aria e saturata con CO<sub>2</sub>.

Si sono valutate per ognuna delle tre repliche i calli di vecchie radici perse e dopo nove giorni si sono valutati i meristemi di reiterazione sul totale misurato. La risposta si è avuta solo nell'ossigenazione mentre nessuna risposta si è osservata nelle bottiglie sature di CO<sub>2</sub>,











## ***La risposta allo stress nella rigenerazione***

### **La risposta allo stress nella rigenerazione**

Tutta la letteratura consultata e le conferme ottenute con i nostri esperimenti evidenziano che la rigenerazione di assi laterali in struttura primaria su assi parentali in struttura secondaria è una risposta ad un disturbo pronunciato nell'area della rizosfera

# RISCONTRI E CONFERME

- **Da cicatrici di radici perse che mantengono una traccia visibile anche per molti anni si formano nuove radici anche da assi in crescita secondaria, possono queste radici rappresentare una quota importante dell'apparato radicale.**
- **La reiterazione di radici avviene in risposta a stress ma anche a stimoli endogeni o esogeni quali stimoli ormonali, o in risposta alla riduzione di CO<sub>2</sub> e all'aumento di O<sub>2</sub>.**
- **La rigenerazione di radici avviene a spese della fitness degli apparati radicali**
- **La persistenza delle radici reiterate è legata alla permanenza delle condizioni nella rizosfera ottimali per la funzionalità radicale**



# SOSTENIBILITA

Reiterare radici, ricostruire nuove radici dal colletto per riattivare la conduttanza, perdendo però il sistema radicale di ancoraggio, per ricostruirne uno nuovo con le relative conseguenze biomeccaniche. **In alberi monumentali stimolare reiterazione all'interno di radici in grado di assorbire acqua significa sostanzialmente evitare la reiterazione di nuove radici dal colletto mantenendo tutto l'apparato radicale ancora presente.**

- Possiamo affermare che rigenerare radici a partire dalla cavitazione radicale reiterando assi laterali assorbenti su assi parentali in struttura secondaria è una cura sostenibile
- Ricostruire nuove radici da vecchie radici riduce sia la spesa metabolica **e non riduce il fattore di sicurezza biomeccanico**
- Si tratta però di una “cura” invasiva che deve essere attentamente valutata e **richiede inoltre un attento piano di gestione**

# Valutazione dell'amido e correlazione con la risposta all'ossigenazione in Petri

L'amido è il carboidrato principale di riserva in tessuti legnosi (Gupta e Kaur 2000), ma il suo contenuto è relativamente basso rispetto agli alimenti e ai mangimi, essendo in genere tra il 3 e l'8% su base secca. La maggior parte dei metodi per la determinazione del tenore di amido sono stati sviluppati su organi vegetali non lignificati come frutta, pezzi di fiori o radici fini (Rodrigo, Rivas et al. 1997).

Recentemente Chandra Bellasio <sup>1</sup>, Alessio Fini <sup>2</sup>, Francesco Ferrini <sup>2</sup> hanno presentato un metodo migliorato per l'analisi di amido in legno, adoperando metodi commerciali (Sigma STA 20 e Megazyme K-TSTA), utilizzati nella determinazione del tenore di amido in legno.

Il protocollo usato ha dimostrato di essere veloce (fino a 35 campioni al giorno con ulteriori miglioramenti fino a 50), più preciso e stabile rispetto ai metodi commerciali impiegati, ma ha recuperato il 27% e il 13% di amido in più senza aumento interferenze. Il metodo proposto ha una buona *performance* su standard in cui l'errore variava tra 0,16 e 0,35%.

<sup>1</sup> Department of Plant Sciences, University of Cambridge, Downing Street, Cambridge CB2 3EA, UK;

<sup>2</sup> Department of Plant, Soil and Environmental Science – University of Florence, viale delle Idee, 30, 50019, Sesto Fiorentino (FI), Italy;



Tenuto conto dell'importanza di questo protocollo per la determinazione dell'amido in tessuti legnosi si è costituito un gruppo di ricerca costituito da Chandra Bellasio, Alessio Fini, Luigi Strazzabosco, Francesco Ferrini e Sergio Mutto Accordi per l'utilizzo di questo metodo su radici legnose. L'obbiettivo della ricerca è validare un protocollo che tenendo conto della colorazione dell'amido e della risposta alla rigenerazione in Petri riesca ad dimostrare una correlazione lineare tra amido e risposta all'ossigenazione

Una sola specie (magnolia) della quale sono state scelte 20 repliche sullo stesso filare nel Comune di Piazzola sul Brenta. Sono state prelevate alcune radici in struttura secondaria su ogni magnolia alla stessa distanza dal colletto usando la tecnica dell'*air spade*, sempre dallo stesso orientamento.

Le radici prelevate su ogni magnolia sono state divise in tre sempre dallo stesso segmento. Una parte in sezione radiale è stata colorata con tintura di iodio e fotografata, una parte congelata a meno 15° e tagliata a pezzi di ca un cm, è stata spedita per l'analisi con corriere che in 12 ore ha consegnato il campione congelato in scatola termica riempita di ghiaccio per l'analisi dell'amido. Una parte è stata messa in Petri per la rigenerazione valutando i meristemi radicali prodotti sulla percentuale dei calli di ogni segmento.



An aerial satellite map of a residential neighborhood in Italy. The map shows a grid of streets with red-tiled roofs and green spaces. A green line with numbers 1 through 20 is drawn vertically across the center of the map, indicating a specific route or area of interest. The numbers are arranged in a slightly curved path. Street names visible include Via dei Belludi, Via X Settembre, Via Giuseppe Ardeatine, Via Germano Craighero, Via Fiume, Via Dalmazia, Via Basse, Via della Repubblica, Via Rolando da Palazzo, Via Monsignor G. De Lucchi, and Via A. Spinelli. A scale bar at the bottom left indicates 100 feet. A compass rose is in the top right corner. The map is overlaid with a grid of latitude and longitude lines.





Codice 14

DATI RILEVAMENTO Rilevatore Luigi Strazzabono Data 26/10/2012 ☒ Nuovo ☐ Aggiornamento

## LOCALIZZAZIONE SOGGETTO

Tipo di area verde Verde pubblico stradale ☒ Centrale ☐ Periferica Tipo di impianto ☐ Isolato ☐ Gruppo ☒ Filare

## CARATTERISTICHE DEL SOGGETTO

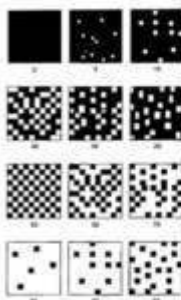
Specie (comune) Magnolia Specie (scien.) *Magnolia grandiflora* L.Diametro Ad 1,30 M (cm) 77 Altezza (m) 19 Altezza 1° Palco (m) 4,5 Diametro della chioma (m) 6 Governo ☒ Monocormico ☐ PolicormicoPosizione Sociale ☐ Dominante ☒ Codominante ☐ Dominato ☐ Sottoposto Struttura ☒ Forma naturale ☐ Forma obbligata ☐ Pianta capitolata

## TRASPARENZA DELLA CHIOMA



Trasparenza chioma rilevata

= 13 %

Metodo di valutazione adottato:  
Sistema graduato in ottica della trasparenza del fogliame (da Chiffolle et al., 1988)

## ANALISI DI LABORATORIO

Prova di colorazione all'amido



Risposta all'ossigenazione (%)

= 80 %

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



NOTE



Codice 01

DATI RILEVAMENTO Rilevatore Luigi Strazzabono Data 26/10/2012 ☒ Nuovo ☐ Aggiornamento

## LOCALIZZAZIONE SOGGETTO

Tipo di area verde Verde pubblico stradale ☒ Centrale ☐ Periferica Tipo di impianto ☐ Isolato ☐ Gruppo ☒ Filare

## CARATTERISTICHE DEL SOGGETTO

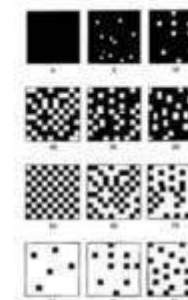
Specie (comune) Magnolia Specie (scien.) *Magnolia grandiflora* L.Diametro Ad 1,30 M (cm) 74,5 Altezza (m) 18,5 Altezza 1° Palco (m) 3 Diametro della chioma (m) 8 Governo ☒ Monocormico ☐ PolicormicoPosizione Sociale ☐ Dominante ☒ Codominante ☐ Dominato ☐ Sottoposto Struttura ☒ Forma naturale ☐ Forma obbligata ☐ Pianta capitolata

## TRASPARENZA DELLA CHIOMA



Trasparenza chioma rilevata

= 10 %

Metodo di valutazione adottato:  
Sistema graduato in ottica della trasparenza del fogliame (da Chiffolle et al., 1988)

## ANALISI DI LABORATORIO

Prova di colorazione all'amido



Risposta all'ossigenazione (%)

= 38 %

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



NOTE





N° campione 1 rigenerazione 38 %



N° campione 9 79%



N° campione 6 22%



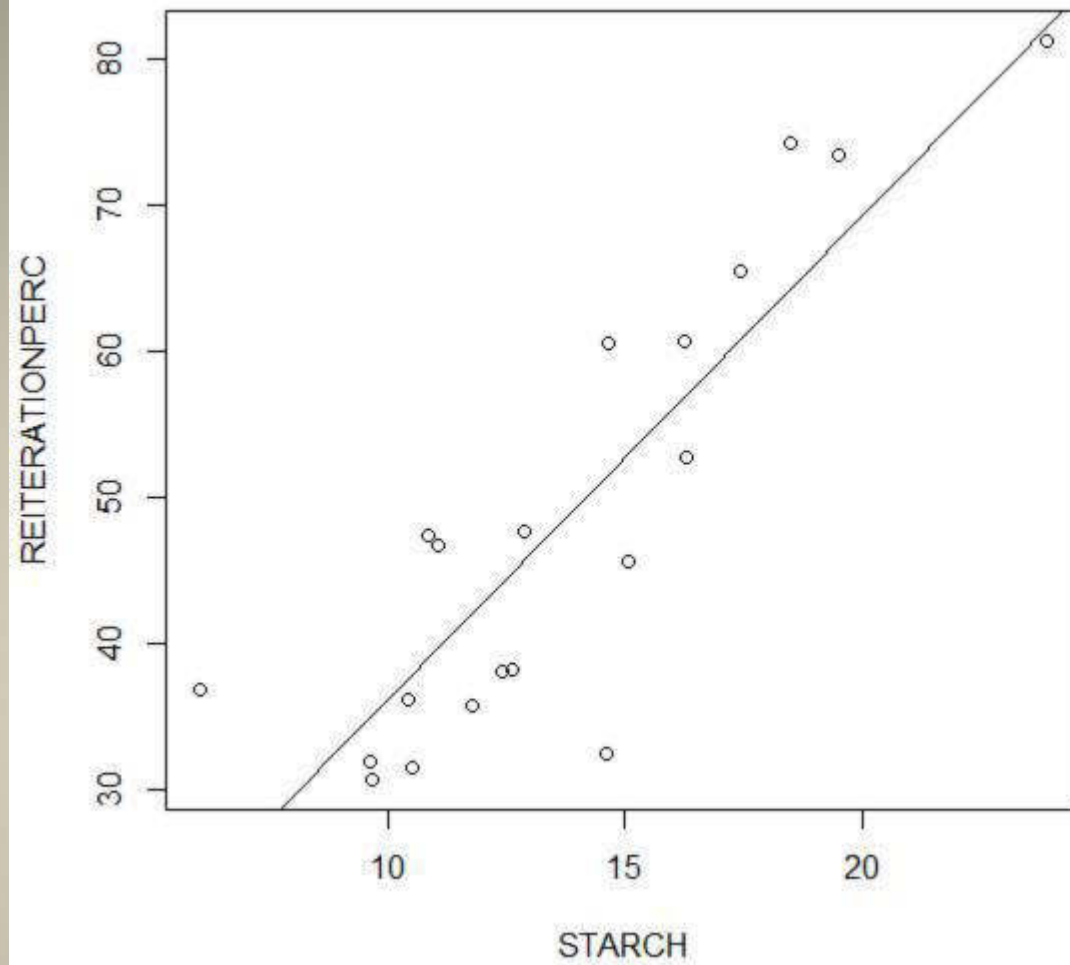
N° campione 14 80%



N° campione 11 78%



N° campione 5 52%



p-value:  $7.5e-07$   
R-squared: 0.7519



- class 1 : < 14.65 gr of starch over 100 gr of dry matter
- class 2: between 14.65 and 18 gr of starch over 100 gr of dry matter
- class 3 : > 18 gr of starch over 100 gr of dry matter



class 1

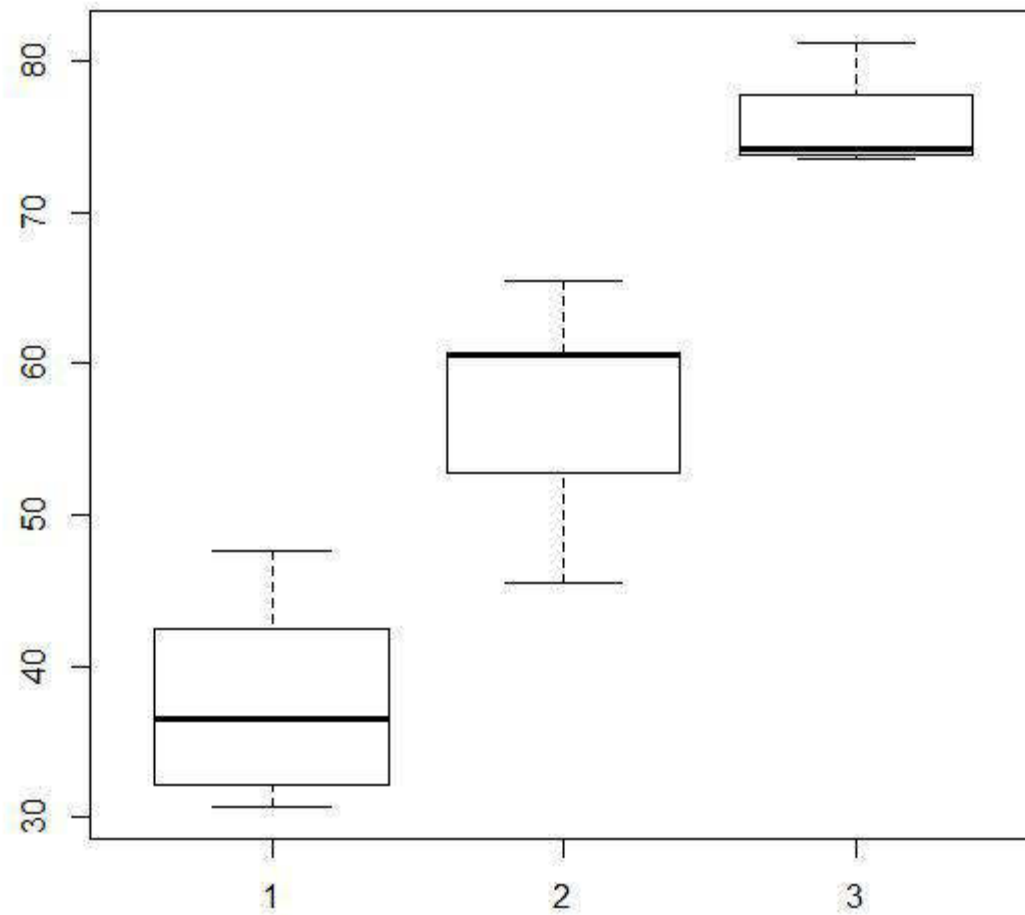


class 2



class 3





ANOVA (p-value 7.22e-09)



# LIGNANO SABBIAORO

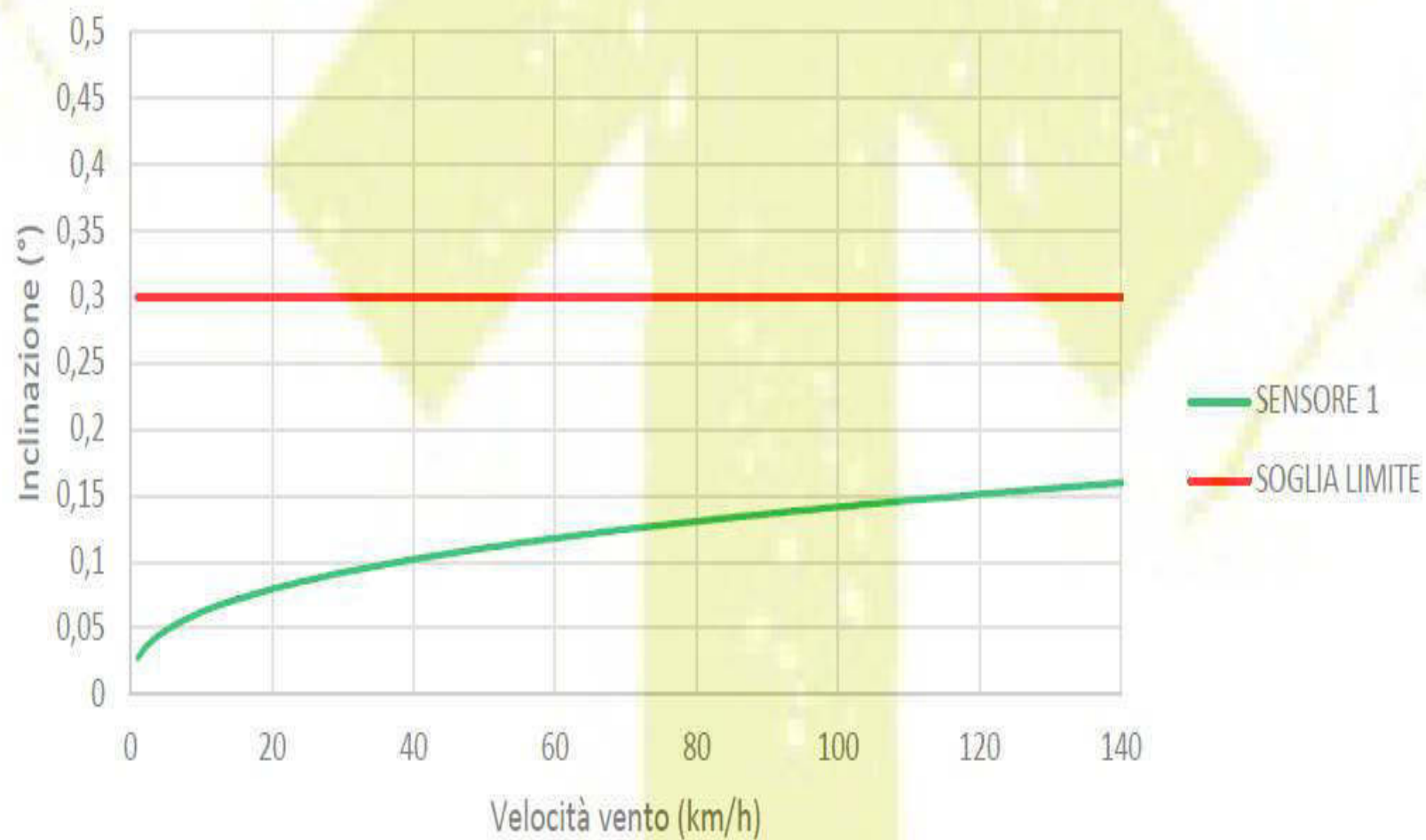
**RIASSETTO FILARE MONUMENTALE  
UN MODELLO PER RIDURRE I  
CONFLITTI**





## SECONDA ANALISI: RESISTENZA AL VENTO (prima delle lavorazioni)

Rilievo N° 01394 Ante

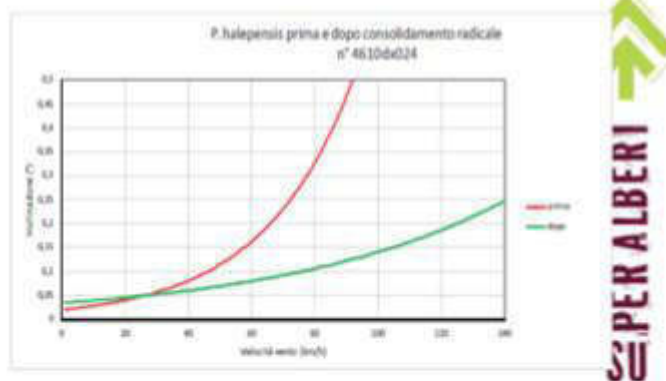




# Pinus halepensis 4610dx24

Pulling Test  
Pinus halepensis n. 24/4610

Our job is to save the trees,  
our dream is to save the world

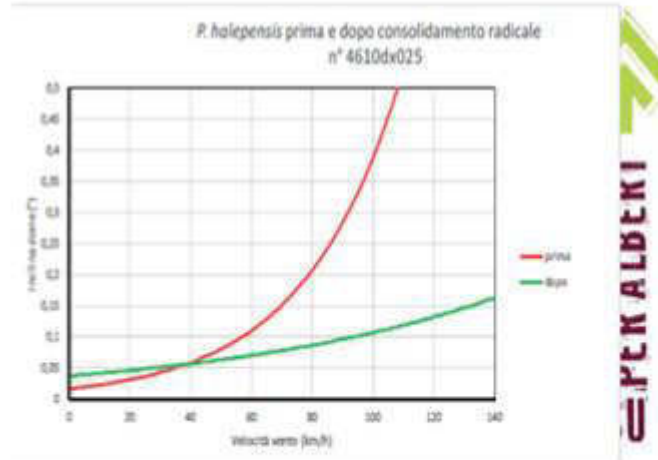


PER ALBERTI

# Pinus halepensis 4610dx25

Pulling Test  
Pinus halepensis n. 25/4610

Our job is to save the trees,  
our dream is to save the world



PER ALBERTI



~~Pinus halepensis~~ 4610dx26

Pulling Test  
Pinus halepensis n. 26/4610

Our job is to save the trees,  
our dream is to save the world

