OSSERVAZIONI SULL'APPARATO RADICALE DEL PIOPPO

GIUSEPPE FRISON

EDIZIONI L'INFORMATORE AGRARIO

OSSERVAZIONI SULL'APPARATO RADICALE DEL PIOPPO

GIUSEPPE FRISON

EDIZIONI L'INFORMATORE AGRARIO

Lavoro stampato con il contributo finanziario del
«Consorzio Forestale Padano» di Casalmaggiore (Cremona)

© Edizioni L'Informatore Agrario 1995

Edito da Edizioni L'Informatore Agrario snc - Verona
Lungadige Galtarossa, 23/E - 37133 Verona
Stampato in Italia nel luglio 1995

Copertina e realizzazione grafica: Raffaello Segattini
Fotocomposizione: pre-grafic - Verona
Stampa: Grafiche Leardini - S. Martino B. A. (Verona)

INDICE

RIASSUNTO, SUMMARY 4

INTRODUZIONE 5
Sistema radicale dei semenzali 5
Sistema radicale delle pioppelle 6
Osservazioni sulla radicazione delle pioppelle 8

MATERIALI E METODI 10
Impostazione delle prove 10
Tecniche di osservazione 10

RISULTATI E DISCUSSIONI 12
Influenza delle caratteristiche del profilo del terreno sul sistema radicale 12
Clone I-214 12
Stazione 1 12
Stazione 2 13
Stazione 3 14

Clone Luisa Avanzo 18
Stazione 1 18
Stazione 2 18

Influenza della profondità della falda freatica sul sistema radicale 20
Clone I-214 20
Stazione 1 20
Stazione 2 21

Clone Lux 23
Stazione 1 23
Stazione 2 24

Influenza del materiale di impianto: apparato radicale di piante derivate direttamente da talea 25
Clone I-214 25
Stazione 1 25
Stazione 2 26

Influenza del clone sul sistema radicale 26

CONCLUSIONI 28

BIBLIOGRAFIA 31

RIASSUNTO

Vengono riportati i risultati di rilevamenti e di osservazioni sulla conformazione del sistema radicale del pioppo in funzione del clone (I-214, Lux, Luisa Avanzo), delle condizioni edafiche (tessitura sabbiosa franca e franco-argillosa), della profondità della falda freatica (superficiale, profonda e molto profonda), del tipo di materiale di impianto (talee di 20 cm di lunghezza, pioppelle) e delle profondità d'impianto (da 1 a 3 m).

Dal complesso dei risultati ottenuti si può dire che la conformazione del sistema radicale del pioppo è fissata geneticamente, ma è suscettibile di variazioni a seconda dei fattori edafici, del tipo di materiale d'impianto e delle tecniche d'impianto e di coltivazione.

Le piante del clone Lux presentano un sistema radicale tendenzialmente fittonante, quelle del clone Luisa Avanzo hanno radici con andamento meno inclinato e più superficiale e quelle del clone I-214 mostrano un andamento intermedio; cioè a fianco di grosse radici con andamento quasi orizzontale si osservano radici che si dirigono verso il basso e ramificazioni tendenzialmente fittonanti.

Tra i fattori edafici importanza determinante assume il contenuto in acqua dei diversi strati del profilo e il contenuto in carbonio organico e in elementi nutritivi. Condizioni di umidità e di aerazione favorevoli stimolano l'espansione e l'approfondimento delle radici mentre, al contrario, insufficiente disponibilità di acqua o insufficiente aerazione inibiscono sia l'una che l'altro, con conseguenze sulle densità delle radici nei vari strati del profilo: più elevata dove le condizioni di abitabilità sono più favorevoli, più scarsa dove esse sono meno favorevoli.

In presenza di una falda freatica superficiale si nota una ramificazione delle radici molto spinta, che inizia a pochi decimetri dalla ceppaia.

A parità di condizioni edafiche, il tipo di materiale d'impianto, ad esempio talee (lunghe una ventina di centimetri) rispetto a pioppelle (piantate alla profondità usuale: da 1 a 1,50 m), ha conseguenze precise sulla conformazione del sistema radicale. La pianta derivata da talea presenta radici fittonanti mentre quella derivata da pioppella mostra radici con andamento orizzontale o leggermente inclinato, lungo tutto il profilo se le condizioni edafiche sono ottimali per la loro crescita.

L'effetto dell'impianto profondo (da 1,50 a 3 m) varia in funzione del profilo idrico del terreno.

Tra le cure colturali, è l'irrigazione che stimola fortemente la ramificazione delle radici.

Nel lavoro si è cercato di valutare l'effetto dei singoli fattori sullo sviluppo e l'orientamento delle radici, tenendo però presente che l'assetto definitivo del sistema radicale rappresenta la risultante dell'azione esercitata dall'interazione del genotipo con i fattori edafici e con quelli colturali.

SUMMARY

Results of surveys on the influence of edaphic conditions (sandy-loam and clayey-loam structures), type of planting material (20 cm long cuttings, saplings) and deep planting (from 1 m to 3 m) on the conformation of root systems of the I-214, Lux and Luisa Avanzo clones have been reported.

On the whole the results demonstrated that the conformation of the root system of poplars is set genetically. However, it is susceptible to variations which depends on edaphic factors, type of planting materiale utilized and tending of plantations.

Plants belonging to the clone Lux have a root system which inclines to be tap-root; Luisa Avanzo plants have a root system which inclunes to be superficial; the I-214 plants demonstrate an intermediate course, that is on the side of the main root which has an almost horizontal course one can observe vertical plunging roots which tend to be tap-root.

The determining factor effecting root branching among soil conditions is the contents of water in the different layers of soil profile together with the contents of organic carbon and nutritive elements. Moist and favourable airing stimulates root extension and deep plunging roots. On the other hand, insufficient water and airing prevents both extension and plunging of roots, thus having negative results on the density of roots in the various layers: high when conditions are favourable and low when conditions are limited.

The rate of root branching is higher when the water table is superficial than when the water table is deep. In the first case root ramification starts only a few decimetres from the stump whilst in the second case it starts further away.

At the same edaphic conditions the type of planting material such as cuttings (about 20 cm long) compared to saplings (planted at the normal depth - from 1 m to 1.50 m) have precise results on the conformation of the root system. Plants growing from cuttings have tap-roots whilst those growing from saplings have roots growing horizontally or slightly inclined and grow along the whole profile if the edaphic conditions are optimum for the growth of roots.

The effects of deep planting (from 1.50 m to 3 m) varies according to the water profile of the soil.

Cultivation techniques such as irrigation can strongly stimulate root branching.

The effect of every single factor on the development and direction of roots has been taken into consideration in this report, bearing in mind that the final structure of the root system represents the results obtained by the interaction of genotypes together with edaphic and tending factors.

INTRODUZIONE

Le informazioni sulle caratteristiche del sistema radicale del pioppo non sono numerose per evidenti difficoltà di rilevamento.

Osservazioni estemporanee fatte in occasione dell'estirpamento delle ceppaie e di svellimenti operati dal vento possono dare un'idea della struttura del sistema delle radici limitatamente agli aspetti meccanici, ma non sono sufficienti per valutare la densità delle radici, la loro profondità, la lunghezza, la ramificazione e le possibili interazioni tra il fattore genetico (clone), i fattori edafici (stratificazioni del terreno, profondità della falda freatica) e quelli colturali (materiale e modalità d'impianto).

Per acquisire elementi volti a chiarire questi aspetti sono necessarie indagini lunghe e laboriose. In passato sono stati fatti vari tentativi di studio del sistema radicale dei pioppi coltivati sia in Italia (Funaioli, 1967) che nell'ex-Jugoslavia (Markovic, 1980), conseguendo risultati di un certo interesse, ma insufficienti per valutare gli effetti dell'interazione tra i fattori sopraccitati.

Informazioni sull'apparato radicale dei pioppi spontanei sono riportate nel libro di Bibelriether (1968) dove si legge che «i pioppi e i tremoli presentano grosse radici dalle quali si dipartono ramificazioni con andamento verticale». Le radici ad andamento orizzontale possono raggiungere lunghezze considerevoli in piante dell'età di 10 anni e nei terreni sabbiosi possono raggiungere 18-20 m.

Le ricerche riportate in questa nota sono state condotte per mettere in evidenza non solo il comportamento generale del sistema radicale di alcuni cloni di pioppi coltivati in terreni privi di impedimenti alla libera espansione delle radici, ma anche per cercare di precisare meglio le correlazioni tra caratteristiche edafiche da un lato, e sviluppo delle radici in estensione e in profondità dall'altro, allo scopo di poter migliorare le tecniche d'impianto e di scegliere le più razionali pratiche colturali in funzione delle caratteristiche ambientali e clonali.

Le indagini sono state fatte prendendo in considerazione pioppeti dei cloni I-214 e Lux all'inizio degli anni 70 e pioppeti del clone Luisa Avanzo nel corso degli anni 80.

Per completare l'analisi sono stati inoltre ripresi e rielaborati alcuni risultati di indagini condotte negli anni 60, in parte già pubblicati (Funaioli, 1967).

Prima di illustrare il sistema radicale degli alberi in pioppeto si ritiene opportuno fare una breve analisi degli apparati radicali di piantine nate da seme o derivate da talea, osservati rispettivamente in semenzaio e in vivaio.

1a

1b

SISTEMA RADICALE DEI SEMENZALI

Le piante nate da seme sia di *Populus nigra* L., sia di *P. deltoides* Bartr., che dei rispettivi ibridi presentano apparato radicale fittonante (*figura 1a*). Il fittone si approfondisce nel terreno fino a profondità considerevoli. Frequentemente si nota più di un fittone (fino a 5-6), e ciò è legato probabilmente a cause genetiche più che a danneggiamenti dell'asse iniziale (*figure 1b, 1c, 1d*). Sin dai primi mesi dalla nascita dei semenzali le radici fittonanti presentano ramificazioni con andamento più o meno orizzontale.

1c

1d

Figura 1 - *Sistema radicale di semenzali:* (**a**) *grosso fittone con ramificazioni laterali ad andamento quasi orizzontale;* (**b**) *doppio fittone con radici laterali con andamento leggermente inclinato o quasi orizzontale;* (**c**) *numerose radici fittonanti con ramificazioni laterali;* (**d**) *grosse radici fittonanti e altrettanto grosse radici con andamento orizzontale o leggermente inclinato*

Figura 2 - *Talee fatte radicare in termostato a 20°C con umidità dell'aria a saturazione. Si noti la formazione di radici lungo tutti i segmenti dell'astone posti in successione dalla base* (sinistra) *all'apice* (destra). *Si noti anche la minor frequenza di radici nei seguenti apicali rispetto a quelli basali e mediani.* **Figura 3** - *Talee radicate in campo*

Alla fine del secondo anno la struttura dell'apparato radicale di un semenzale consta di uno o più fittoni, che vanno rastremandosi verso il basso, e di una serie di ramificazioni laterali di vario ordine più o meno numerose, con andamento orizzontale o più o meno inclinato a seconda del profilo idrico del terreno.

SISTEMA RADICALE DELLE PIOPPELLE

Come è noto nel pioppo e nel salice le iniziali radicali si formano nei germogli nel corso della stagione vegetativa a mano a mano che si sviluppa la parte aerea. Di conseguenza, i primordi radicali sono già presenti sulla talea e rimangono dormienti fino a quando essa non viene messa a radicare in ambiente favorevole.

A risvegliare l'attività degli abbozzi sono gli stimoli termici, idrici e luminosi dell'ambiente in cui le talee vengono poste.

Per stimolare le talee a produrre radi-

Figura 4 - *Apparato radicale di pioppelle (clone I-214) derivate da talea: si noti la prevalenza di grosse radici alla base della ceppaia e la presenza di radici più superficiali con andamento quasi orizzontale, molto ramificate* (**4a** *e* **4b**)

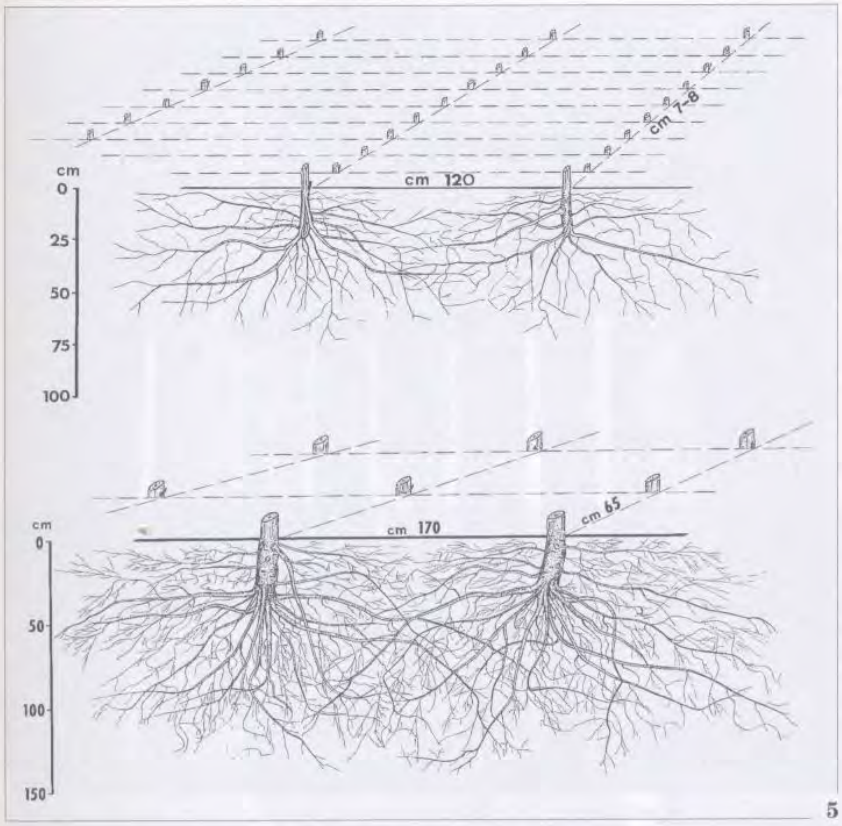


Figura 5 - *Andamento schematico delle radici di piante del clone I 45/51 derivate da talea rilevato in barbatellaio alla fine del primo anno dall'impianto* (sopra) *e in vivaio alla fine del secondo* (sotto)

ci non è indispensabile piantarle nel terreno. Basta metterle in camera umida, al buio e a temperatura idonea (intorno a 20°C) per avere l'emissione di numerose radici, lungo tutta la talea, indipendentemente dalle sue dimensioni (*figura 2*), senza manifestare alcuna preferenza di polarità.

Le talee lunghe circa 20 cm, poste a radicare nel suolo, tendono a formare radici nella metà inferiore (*figura 3*), cioè nella parte in cui gli stimoli idrici sono più marcati. Infatti, in campo, nei primi 8-9 cm di profondità, il terreno si asciuga più facilmente rispetto a quello degli strati sottostanti, dove l'umidità tende a mantenersi a livelli più alti e più costanti. Viceversa la temperatura media tende ad essere più alta nella parte più superficiale, anche se tra i due strati essa non varia di molto.

In generale, la struttura del sistema radicale di una pioppella del clone I-214 alla fine del 1° o del 2° anno in vivaio risulta formata dalla ceppaia che deriva

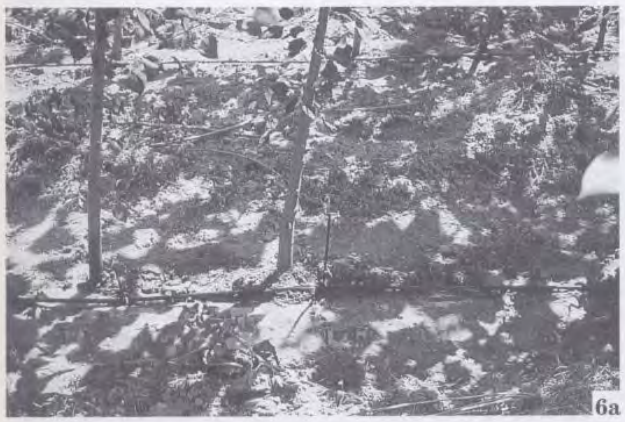


Figura 6 - *Influenza dell'irrigazione sul sistema radicale del clone Pan in vivaio: metodo di irrigazione utilizzato (a sorso)* (**6a**)*; metodo utilizzato per la messa a nudo delle radici* (**6b**)*; sistema radicale di pioppella appartenente al testimone (non irrigato)* (**6c**) *e sistema radicale di pioppelle irrigate col metodo a sorso* (**6d**)

dall'ingrossamento della talea e da una serie di radici principali che si dipartono dalla parte basale della ceppaia con andamento più o meno inclinato rispetto al piano orizzontale. In generale prevalgono di gran lunga le radici con andamento sub-orizzontale rispetto a quelle con andamento sub-verticale (*figure 4a, 4b* a pag. 6). Dalle radici primarie si dipartono numerose ramificazioni di vario ordine fino ad arrivare al capillizio.

In terreno idoneo, cioè con disponibilità idrica e nutrizionale e, soprattutto, con profilo uniforme e senza impedimenti per l'espansione radicale, la maggior parte delle radici è concentrata nello strato compreso tra 15 e 50 cm.

Una parte delle radici frequentemente si estende a profondità maggiori, anche fino a 1,50 m in condizioni particolarmente favorevoli (*figura 5* a pag. 7).

Un effetto determinante sulla ramificazione e sulla densità delle radici è esercitato dall'umidità del terreno. Pioppelle irrigate a goccia, rispetto ad altre non irrigate, presentano una massa radicale enormemente superiore (*figura 6* a pag. 7), fino a 3-4 volte considerando il peso fresco, con una distribuzione che interessa tutto lo strato superficiale bagnato (da 2 a 50 cm).

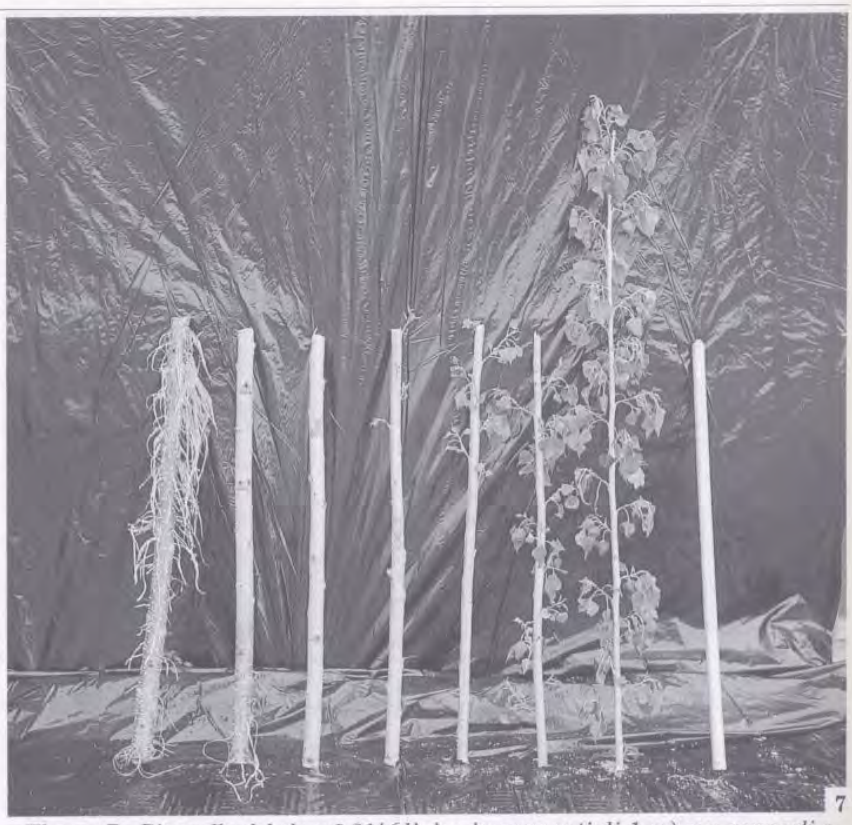
OSSERVAZIONI SULLA RADICAZIONE DELLE PIOPPELLE

Le pioppelle, private o meno della parte radicale, di uno o due anni, se poste a radicare in buche di 1 m di profondità emettono radici nei primi strati di terreno (da 8-10 a 40-50 cm) (*figura 7*). Aumentando la profondità d'impianto degli astoni le prime radici appaiono sempre negli strati più superficiali e con anticipo ancora più evidente rispetto a quelle degli strati più profondi (*figura 8*). Queste differenze sono correlabili alle variazioni di temperatura nei vari strati del terreno (*figura 9*) che nel periodo primaverile sono piuttosto sensibili.

La parte di pioppella (o astone) interrata in condizioni edafiche ottimali si viene a trovare in situazioni comparabili a quelle delle talee poste in camera umida, almeno per quanto riguarda l'umidità, per cui emette radici lungo tutto l'asse interrato. In campo però il terreno può avere sia un profilo termico molto netto che un profilo idrico non uniforme.

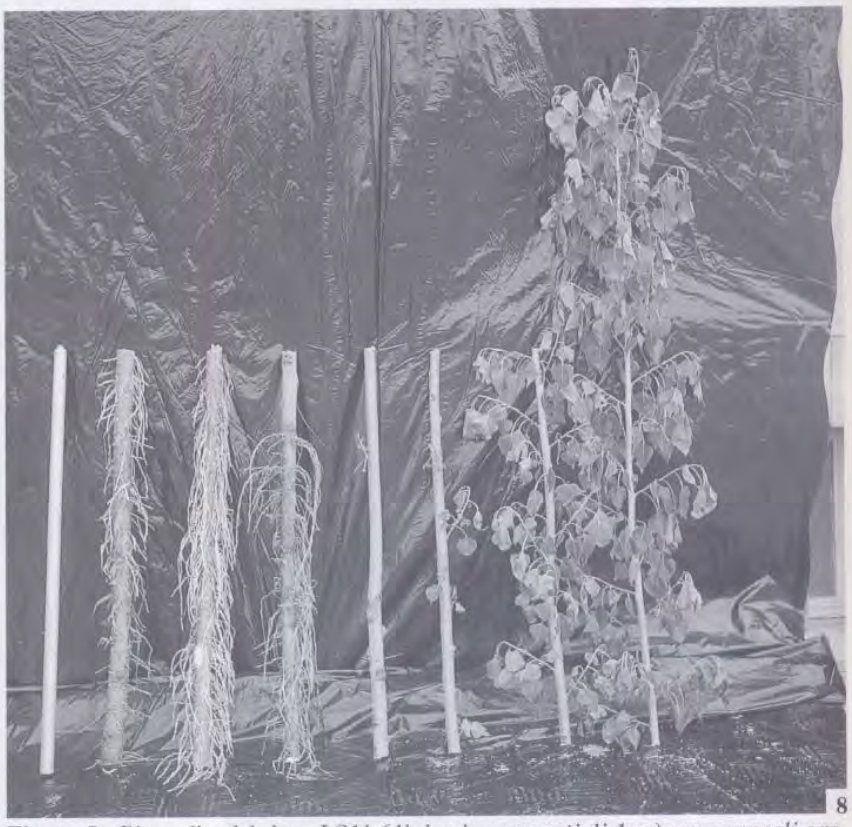
Queste differenze termiche e idriche, a volte accentuate anche da imperfetta chiusura della buca, spiegano il diseguale sviluppo degli abbozzi radicali e in particolare il ritardo nel risveglio di quelli situati nella parte più profonda (ad esempio tra 2 e 3 m), dove la temperatura e l'aerazione possono essere più basse.

Tutte le osservazioni dimostrano che nella emissione delle radici non si manifesta una polarità oppure, se esiste, essa viene immediatamente mascherata dall'azione di fattori ambientali, in particolare da umidità e temperatura.



7

Figura 7 - *Pioppella del cloneI-214(divisa in segmenti di 1 m) con germogli e radici a metà maggio, posta a dimora alla profondità di 1,10 m. Si noti l'anticipo delle radici più superficiali rispetto quelle più profonde*



8

Figura 8 - *Pioppella del clone I-214 (divisa in segmenti di 1 m) con germogli e radici a metà maggio, posta a dimora alla profondità di 2,70 m. Si noti il minore sviluppo delle radici negli strati più profondi rispetto a quelli più superficiali*

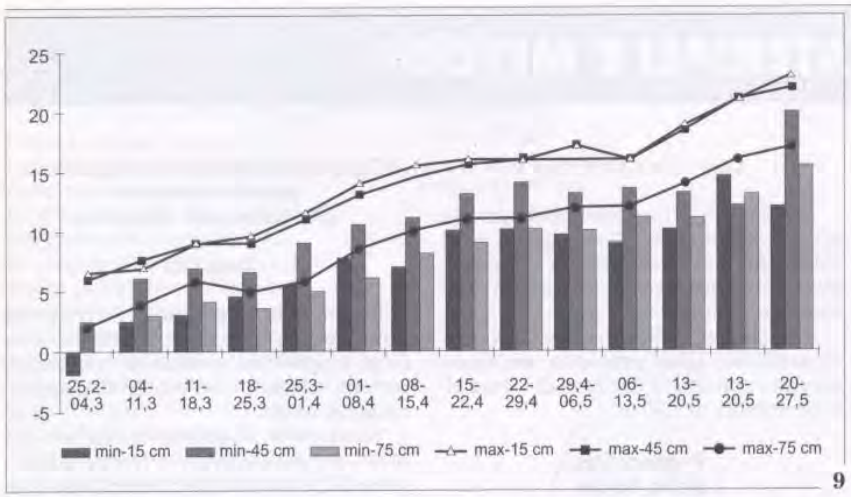
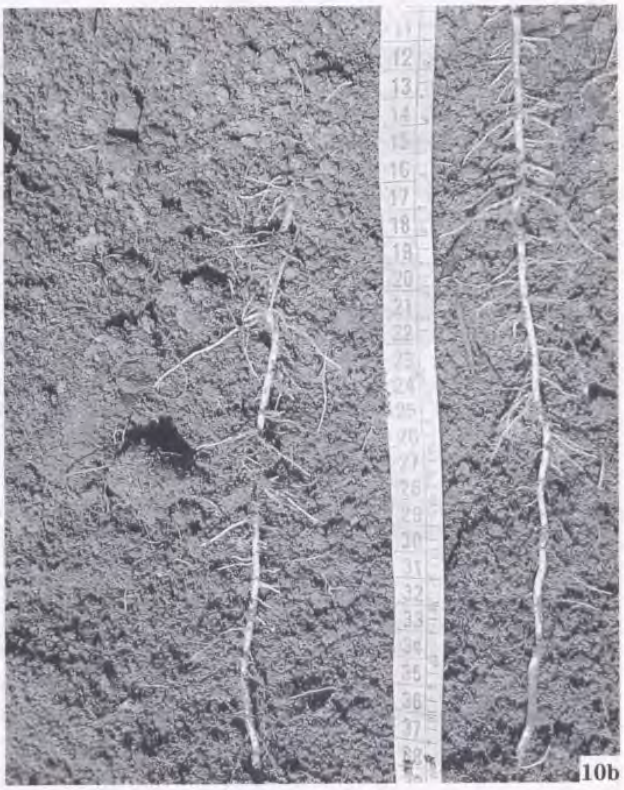


Figura 9 - *Temperature del suolo minime e massime rilevate settimanalmente alle profondità di 15, 45 e 75 cm a Casale Monferrato (Alessandria) da fine febbraio a fine maggio 1985*

Figura 10 - *Sviluppo raggiunto dalle nuove radici in terreno sciolto nella seconda metà di maggio* (**10a**) *e particolare* (**10b**) *che evidenzia le numerose ramificazioni*



Soltanto con gli impianti autunnali e con astoni interrati fino a livello della falda, si può avere l'emissione di poche radici, tutte concentrate alla base dell'astone, già nel mese di febbraio, quando il profilo termico del terreno ha temperature più elevate in profondità che in superficie.

Anche in questo caso, in condizioni di umidità e di ossigenazione favorevoli, sembra evidente l'effetto dello stimolo termico sullo sviluppo degli abbozzi radicali.

Subito dopo l'impianto della pioppella, tra la crescita dei germogli e quella delle radici si possono verificare squilibri, perché mentre le gemme sono stimolate ad aprirsi, gli abbozzi, presenti sul tronco e sulla parte radicale posti nella buca, per svilupparsi devono essere stimolati dalla temperatura e dall'umidità del terreno. E non è detto che appena interrata la parte del fusto si avvii immediatamente la crescita delle radici; si deve dare il tempo al terreno di assestarsi e ai fattori termici e idrici che lo caratterizzano di agire su primordi radicali. Di conseguenza sono da sconsigliare impianti primaverili troppo tardivi o, comunque, quando le gemme sono già mosse.

Per stimolare in maniera determinante gli abbozzi si può ricorrere, prima della messa a dimora, all'immersione in acqua della parte di fusto che è destinata all'interramento per almeno una settimana. Questa è una pratica veramente efficace.

Per contenere le perdite da traspirazione può essere utile cimare le pioppelle; si riduce così facendo il numero di gemme primarie dormienti e di conseguenza la superficie fogliare traspirante iniziale, e si favorisce il raggiungimento di un miglior equilibrio tra parte area e parte radicale. La superficie radicale assorbente aumenta enormemente con la ramificazione delle radici (*figura 10a* e *10b*).

È stato osservato che la proliferazione delle radici è più marcata negli strati caratterizzati da accumulo del carbonio organico e nutrienti e da una più bassa densità (o porosità più elevata) e più elevata capacità idrica di ritenuta. Al contrario l'eccesso e la carenza idrica inibiscono lo sviluppo radicale.

MATERIALI E METODI

IMPOSTAZIONE DELLE PROVE

I rilevamenti sono stati effettuati su alberi più o meno adulti dei cloni I-214, Lux e Luisa Avanzo, molto diversi tra loro per quanto riguarda caratteristiche morfologiche e genetiche.

Complessivamente sono state prese in considerazione 11 situazioni diverse (7 per il clone I-214, 2 per il clone Lux e 2 per il clone Luisa Avanzo) per cercare di studiare l'influenza sul sistema radicale dei fattori riportati di seguito.

Caratteristiche del profilo del terreno

Clone I-214

Stazione n. 1: terreno sciolto, profondo, con profilo uniforme e senza impedimenti all'espansione delle radici; falda a profondità variabile tra 2,50 e 4,00 m circa nei periodi più favorevoli; impianto eseguito con astoni di 2 anni di vivaio alla profondità di 1,70 m.

Stazione n. 2: terreno sciolto, superficiale, con uno spessore di circa 50 cm, adagiato su strato di sabbia che si approfondisce di oltre 2 m ; falda a circa 3 m di profondità nei periodi più favorevoli; impianto eseguito con astoni di 2 anni di vivaio alla profondità di circa 3 m.

Stazione n. 3: suolo sabbioso, profondo, ma con profilo non uniforme per presenza di strati con caratteristiche diverse; falda a profondità variabile tra 2,50 e 3,50 m circa nei periodi più favorevoli; impianto eseguito con astoni di 2 anni di vivaio alla profondità di circa 3 m.

Clone Luisa Avanzo

Stazione n. 1: terreno sabbioso nei primi 0,80-1 m, adagiato su sabbia grossolana; falda inaccessibile alle radici; impianto eseguito con astoni di 2 anni di vivaio alla profondità di 1,30 m.

Stazione n. 2: terreno a tessitura franco-argillosa; falda profonda; impianto eseguito con astoni di 2 anni di vivaio alla profondità di 1,30 m.

Profondità della falda

Clone I-214

Stazione n. 1: terreno sabbioso con profilo abbastanza uniforme e falda superficiale (circa 1 m); impianto eseguito con pioppelle di 2 anni di vivaio alla profondità di 0,80 m.

Stazione n. 2: terreno sabbioso con profilo uniforme e falda inaccessibile (da 4 a 5,30 m di profondità); impianto eseguito con pioppelle di 2 anni di vivaio alla profondità di 0,80 m.

Clone Lux

Stazione n. 1: terreno sciolto, profondo, con profilo abbastanza uniforme e falda inaccessibile alle radici; impianto eseguito con astoni di 2 anni di vivaio alla profondità di 1,70 m.

Stazione n. 2: terreno sabbioso con profilo abbastanza uniforme e falda superficiale (circa 1 m di profondità) senza oscillazioni apprezzabili nel corso della stagione vegetativa; impianto eseguito con pioppelle di 2 anni di vivaio alla profondità di 1 m.

Tipo di materiale d'impianto: piante derivate direttamente da talea

Clone I-214

Stazione n. 1: pioppeto derivato dal diradamento del vivaio, costituito con talee lunghe una ventina di centimetri; terreno sabbioso con profilo uniforme e falda profonda.

Stazione n. 2: pioppeto derivato dal diradamento del vivaio, costituito con talee di 20 cm; terreno con tessitura franca e falda alla profondità di 2,50 m.

Clone

Il confronto tra i tre cloni sopraindicati non è rigoroso, ma abbastanza indicativo in quanto scaturisce dall'insieme di un complesso di osservazioni abbastanza ampio.

TECNICHE DI OSSERVAZIONE

I rilevamenti sono stati effettuati adottando due metodi diversi.

Con il primo metodo, per liberare il sistema radicale dal terreno, tagliato l'albero a 5 cm sopra il livello del suolo, si è seguito un tipo di scavo centrifugo, a partire dal piede dell'albero in un'area circolare con raggio di 3 m. Le radici uscite da quest'area sono state seguite singolarmente o per gruppi, con scavi specifici. Per facilitare il rilevamento del percorso di ogni radice, l'area di scavo è stata divisa in 8 settori uguali aventi come centro l'asse della ceppaia e come base l'asse nord-sud. Nel corso dello scavo

Tabella 1 - Principali dati biometrici degli alberi oggetto di rilevamento

Clone	Età	Dati dendrometrici		Peso fresco in kg/albero						Totale	% sul totale	
				Parte epigea (e)			Parte ipogea (i)					
		Ø 1,30	h tot.	fusto	rami	totale	ceppaie	radici laterali	totale	albero	parte epigea	parte ipogea
	(anni)	(cm)	(m)	(F)	(R)	(F+R)	(C)	(Rl)	(C+Rl)	(e+i)		
I-214 (vedi pag. 12-18)												
Stazione 1	3	14,5	14,0	76,0	15,5	91,5	10,5	9,8	20,3	111,8	81,84	18,16
Stazione 2	5	20,0	19,5	198,0	42,0	240,0	20,5	19,5	40,0	280,0	85,72	14,28
Stazione 3	9	33,0	26,0	700,0	103,0	803,0	75,0	88,0	163,0	966,0	83,13	16,87
L. Avanzo (vedi pag. 18-20)												
Stazione 1	5	23,0	24,0	350,0	58,6	408,6	35,2	50,5	85,7	494,3	82,70	17,30
Stazione 2	7	27,0	25,0	462,0	74,0	536,0	45,8	50,6	96,4	632,4	84,80	15,20
I-214 (vedi pag. 20-23)												
Stazione 1	13	40,7	32,0	1.370,0	232,0	1.602,0	–	–	259,7	1.861,7	86,05	13,95
Stazione 1	13	54,7	33,0	2.500,0	575,0	3.075,0	–	–	561,2	3.636,2	84,57	15,43
Lux (vedi pag. 23-25)												
Stazione 1	9	30,0	25,0	580,0	92,8	672,8	57,1	70,1	127,2	800,0	84,10	15,90
Stazione 2	9	25,0	24,0	390,0	63,5	435,5	37,9	44,4	82,3	535,8	84,60	15,40

si è conservata la posizione originale delle radici legando la ceppaia con dei cavi ad un solido treppiede.

Con il secondo metodo l'area occupata da ciascun albero è stata suddivisa in 9 quadrati a loro volta stratificati in tre gruppi: il primo gruppo era costituito dal quadrato centrale contenente le ceppaie e le radici più grosse, il secondo gruppo comprendeva i 4 quadrati disposti a croce rispetto a quello centrale e il terzo gruppo comprendeva i 4 quadrati d'angolo. La determinazione della biomassa ipogea delle piante esaminate è stata fatta prelevando direttamente le ceppaie e le radici centrali e facendo dei campionamenti per le radici periferiche.

In particolare nei quadrati del secondo e del terzo gruppo la biomassa delle radici è stata determinata esaminando aree campione scelte a caso.

La messa a nudo della ceppaia e delle radici principali e la loro estrazione è stata fatta scavando una trincea esterna al volume del quadrato centrale, fino alla profondità massima raggiunta dalle radici, e facendo franare la terra con un getto d'acqua. Di tanto in tanto si sospendeva l'uso del getto per ripulire la trincea con l'escavatore dalla terra franata.

I principali dati biometrici relativi agli alberi oggetto dei rilevamenti sono riportati nella *tabella 1* a pag. 10 e verranno commentati nel corso dell'esame delle singole stazioni.

Per cercare di caratterizzare le stazioni si riporta (*figura 11*) il bilancio idrico, stimato sulla base dell'ETp calcolata con il metodo Blaney-Criddle, mod. FAO, utilizzando i dati meteorologici rilevati a Casale Monferrato (Alessandria), presso l'Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura, nel periodo 1966-1992. Si riportano soltanto i dati di Casale Monferrato perché quasi tutte le osservazioni sono state effettuate presso l'Azienda Sperimentazione "Mezzi", annessa all'Istituto. Soltanto la stazione 7 per il clone I-214 e la stazione 2 per il clone Luisa Avanzo erano situate rispettivamente a Giarole, a una decina di chilometri da Casale, e a Fossadello di Caorso (Piacenza), a oltre un centinaio di chilometri, sempre da Casale Monferrato.

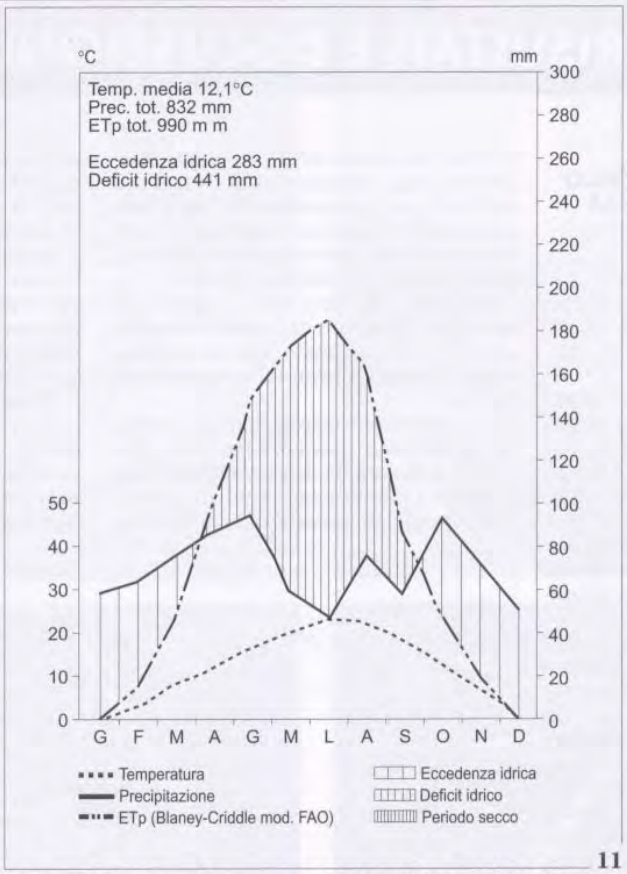


Figura 11 - *Stazione meteorologica di Casale Monferrato (Alessandria). Bilancio idrico stimato sulla base dell'ETp (periodo 1966-1992)*

La temperatura media annua è risultata di 12,1°C con un minimo di 11,2°C nel 1978 e di un massimo di 12,8°C nel 1981 e 1982. Il mese più freddo è risultato gennaio con una media di 0,5°C (minima di –2,6°C nel 1985 e massima di 4,4°C nel 1974) e il mese più caldo luglio con una media di 23,3°C (minima di 20,4°C nel 1980 e massima di 25,2°C nel 1991). La massima assoluta è stata di 39,5°C nel luglio 1983 e la minima assoluta di –17°C nel gennaio 1971.

La precipitazione media annua nel periodo considerato è stata di 832 mm con 74 gg di pioggia. La precipitazione annua massima è stata di 1.321 mm con 100 gg di pioggia nel 1977 e la minima di 508 mm con 53 gg di pioggia di 1991. Nel periodo maggio-settembre le precipitazioni medie sono state di 332 mm, le minime di 139 mm nel 1974 e le massime di 606 mm nel 1977.

L'ETp media del periodo considerato (1966-1992) è risultata di 990 mm con un deficit idrico di 441 mm.

Pur nella sua estrema variabilità, si tratta del regime pluviometrico tipico padano con due massimi (a maggio e a ottobre) e due minimi (estivo e invernale).

RISULTATI E DISCUSSIONI

INFLUENZA DELLE CARATTERISTICHE DEL PROFILO DEL TERRENO SUL SISTEMA RADICALE

Clone I-214

Stazione n. 1

Il terreno presenta un profilo abbastanza uniforme lungo tutto lo strato esplorato dalle radici, come risulta dai dati analitici riportati nella *tabella 2*. L'andamento della falda freatica è illustrato nella *figura 12*.

La messa a dimora è stata fatta ponendo astoni di 2 anni di vivaio in buche profonde 1,70 m e adottando una spaziatura di 6×6 m.

Il profilo delle radici è schematizzato nella *figura 13* e la loro distribuzione nei vari strati è illustrata nelle quattro fotografie di *figura 14*.

Dalla parte di fusto interrata all'impianto (circa 2 m) è derivata una ceppaia che al 3° anno presentava un diametro medio di 15,5 cm al colletto, di 9 cm a 1 m di profondità e di 7 cm alla base. L'intera parte ipogea rappresenta il 18% del peso fresco totale dell'albero intero (*tabella 1* a pag. 10). Nei primi 10-15 cm dalla superficie del suolo si dipartono 7 radici grosse disposte a corona (*figura 15* a pag. 14), con andamento quasi orizzontale e numerose ramificazioni con abbondante capillizio.

Dai 10-15 cm e fino alla profondità di 1,70 m, cioè lungo tutta la ceppaia, si dipartono una cinquantina di radici, più sottili di quelle superficiali, anch'esse con andamento quasi orizzontale e abbondanti ramificazioni, ma senza il minimo cenno di concentrarsi in palchi.

Soltanto alla base della ceppaia vi è un raggruppamento di 7 radici con andamento molto inclinato, che si dirigono verso il basso a profondità superiori a 2,50 m.

È abbastanza sorprendente constatare che in piante giovani, di tre anni dalla messa a dimora, la densità radicale, pur essendo più alta negli strati di terreno più superficiali, presenta livelli relativamente considerevoli anche negli strati sottostanti e fino alla profondità di almeno 3 m, grazie alle favorevoli condizioni di abitabilità dell'ambiente edafico.

Evidentemente, se le condizioni di aerazione e di umidità del terreno sono favorevoli, lo sviluppo, l'estensione e l'approfondimento delle radici, avvengono rapidamente così da raggiungere in breve la falda.

Sono stati notati limitati danni alle radici per tagli provocati dalle discature del terreno, peraltro superati con emissione di nuove radici. Non è stata rilevata la presenza d'innesti con le radici di alberi vicini.

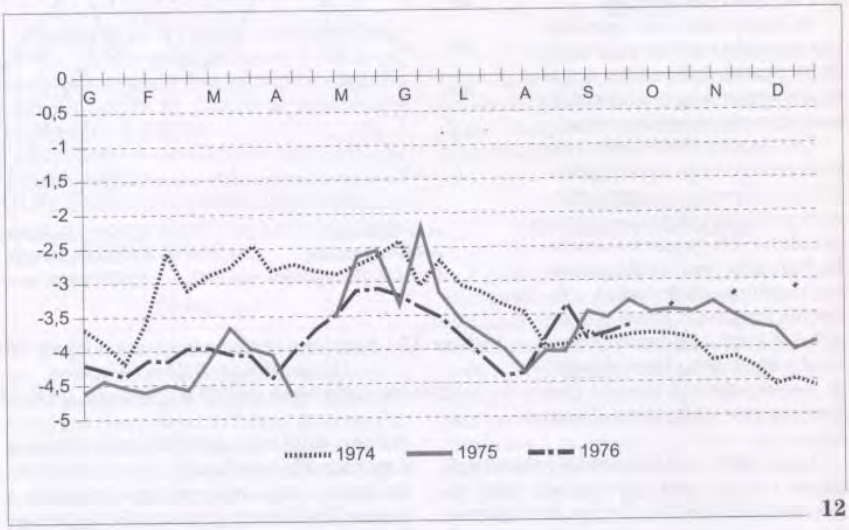


Figura 12 - *Profondità della falda freatica (in metri dalla superficie del suolo) rilevata nell'area del pioppeto*

Tabella 2 - Clone I-214. Stazione n. 1. Caratteristiche fisico-chimiche del terreno

Caratteristiche	Profondità di prelevamento (cm)			
	0-40	40-80	80-120	120-200
Scheletro (Ø > 2 mm) %	ass.	ass.	ass.	ass.
Granulometria:				
sabbia grossa (2-0,2 mm) %	3,50	2,70	3,58	5,76
sabbia fine (0,2-0,02 mm) %	75,15	76,15	80,17	82,17
limo (0,02-0,002 mm) %	15,13	16,18	13,12	10,12
argilla (<0,002 mm) %	6,22	4,97	3,13	1,95
Reazione in pH	7,92	7,87	7,79	7,80
Calcare totale %	5,13	5,28	6,30	6,35
Calcare attivo %	2,58	2,59	3,07	3,25
P_2O_5 totale ‰	1,23	1,07	0,90	0,68
P_2O_5 assimilabile ppm	–	–	–	–
K_2O assimilabile (mg/100)	–	–	–	–
N_2 Kjeldhal ‰	0,95	0,80	0,50	–
Carbonio organico (C) %	0,63	0,50	0,32	–
Sostanza organica (C x 1,724) %	1,086	0,86	0,55	–
C/N	6,63	6,25	6,40	–

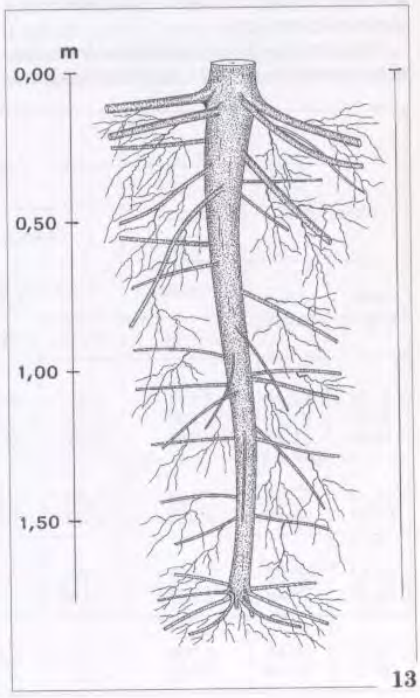


Figura 13 - *Disegno schematico del sistema radicale di una pianta di tre anni del clone I-214*

Figura 14 - *Sistema radicale di pianta di 3 anni del clone I-214 posta a dimora alla profondità di 1,70 m: distribuzione delle radici fino alla profondità di 50 cm* (**14a**), *di 1 m* (**14b**) *e di 1,50 m* (**14c** *e* **14d**)

Stazione n. 2

Il terreno, da sabbioso nei primi 50-60 cm, passa a sabbia prevalentemente grossa negli strati sottostanti e almeno fino alla profondità di 3 m (*tabella 3* a pag. 14). Lungo il profilo si notano tracce di idromorfia che indicano la presenza di falda freatica, soltanto a circa 3 m di profondità.

Il pioppeto è stato costituito mettendo a dimora astoni di 2 anni di vivaio ad una profondità di circa 3 m e con una spaziatura di 6×6 m.

Al 5° anno dall'impianto la ceppaia, nella sua parte superiore, presenta una forma grossolanamente ovale con un diametro medio a livello del suolo di 22 cm, di 8 cm a 1 m di profondità, e di 7 cm a 2,50 m (*figura 16* a pag. 14).

Da questi dati si nota immediatamente che la parte di fusto della pioppella interrata alla profondità di oltre 1 m, immersa nella sabbia, in 5 anni si è ingrossata di molto poco rispetto alle dimensioni originali della pioppella che erano di 5-6 cm. Il peso fresco della ceppaia e delle radici laterali rappresenta il 14% di quello dell'albero intero (*tabella 1* a pag. 10).

La ceppaia presenta il diametro maggiore a profondità compresa tra 20 e 40 cm rispetto al livello del suolo, cioè dalla zona da cui si dipartono le radici più grosse formando una corona tutto intorno. Queste radici hanno un andamento pressoché orizzontale o leggermente inclinato e si estendono notevolmente in lunghezza (fino a 12-15 m), mantenendosi comunque sempre al di sopra dello strato di sabbia (*figura 17* e *18* a pag. 15).

Nello strato compreso tra 40 e 70 cm di profondità, che include il limite tra i due strati di terreno a tessitura molto diversa (sabbiosa e sabbia rispettivamente), la ceppaia si va rapidamente rastremando e si sono sviluppate numerose radici, molto più sottili di quelle sovrastanti, anch'esse con andamento pressoché orizzontale.

Spesso si nota che la radice, dopo essersi diretta verso lo strato di sabbia, risale verso la superficie dove il terreno presenta una capacità idrica di ritenuta più elevata.

Oltre la profondità di circa 1 m la ceppaia risulta rivestita di numerose radici minute, in parte già morte, di lunghezza limitata e comunque inferiore al metro. In alcune zone la ceppaia risulta spoglia, ma osservando attentamente si notano tracce di radici già cadute.

Non si può escludere che nei periodi in cui la sabbia si asciuga queste radici si mantengano in vita utilizzando l'acqua che la pianta assorbe dagli strati di ter-

Figura 15 - *Ceppaia di pianta di 3 anni del clone I-214 posta a dimora alla profondità di 1,70 m; particolare della parte superiore* (**15a**), *particolare della parte inferiore vista dalla parte di emissione delle radici* (**15b**) *e dalla parte opposta* (**15c**)

Tabella 3 - Clone I-214. Stazione n. 2. Caratteristiche fisico-chimiche del terreno

Caratteristiche	Profondità di prelevamento (cm)		
	0-55	55-150	150-300
Scheletro (Ø > 2 mm) %	ass.	ass.	ass.
Granulometria:			
sabbia grossa (2-0,2 mm) %	3,75	87,15	90,38
sabbia fine (0,2-0,02 mm) %	78,16	9,17	7,12
limo (0,02-0,002 mm) %	15,18	3,35	2,15
argilla (<0,002 mm) %	2,91	0,33	0,35
Reazione in pH	7,75	7,70	7,73
Calcare totale %	7,12	6,50	5,96
Calcare attivo %	2,13	1,87	2,11
P_2O_5 totale ‰	1,26	0,58	0,50
P_2O_5 assimilabile ppm	–	–	–
K_2O assimilabile (mg/100)	–	–	–
N_2 Kjeldhal ‰	0,913	–	–
Carbonio organico (C) %	0,72	–	–
Sostanza organica (C x 1,724) %	1,24	–	–
C/N	7,89	–	–

Figura 16 - *Ceppaia di pianta di 5 anni del clone I-214 messa a dimora alla profondità di 3 m*

reno più superficiali, con capacità idrica più elevata.

In questa stazione è evidente il forte condizionamento imposto dalle caratteristiche edafiche alla fisionomia e alla struttura del sistema radicale, schematizzato nella *figura 19*.

Nei terreni pioppicoli dislocati lungo il fiume Po, situazioni analoghe a questa sono molto diffuse non soltanto nella zona del delta, ma anche in aree del medio corso del fiume. L'esempio illustrato nelle foto di *figura 20* a pag. 16 è stato osservato a Gussola (Cremona).

Stazione n. 3

Il terreno presenta una tessitura abbastanza uniforme fino alla profondità di 110 cm e mostra strati ricchi di sabbia grossa tra 110 e 120 cm, tra 200 e 250 cm e al di sotto di 270 cm di profondità rispetto al piano di campagna (*tabella 4*).

Il tenore di sostanza organica è molto basso, in particolare al di sotto dei 70 cm di profondità. La falda da marzo a ottobre oscilla intorno a 3 m di profondità rispetto al livello del suolo (*figura 21* a pag. 16).

La messa a dimora del pioppeto è stata fatta utilizzando astoni di 2 anni di vivaio posti in buche profonde 3 m, alla distanza di 6×5 m.

A 9 anni dall'impianto la ceppaia presenta un diametro medio di 38 cm a li-

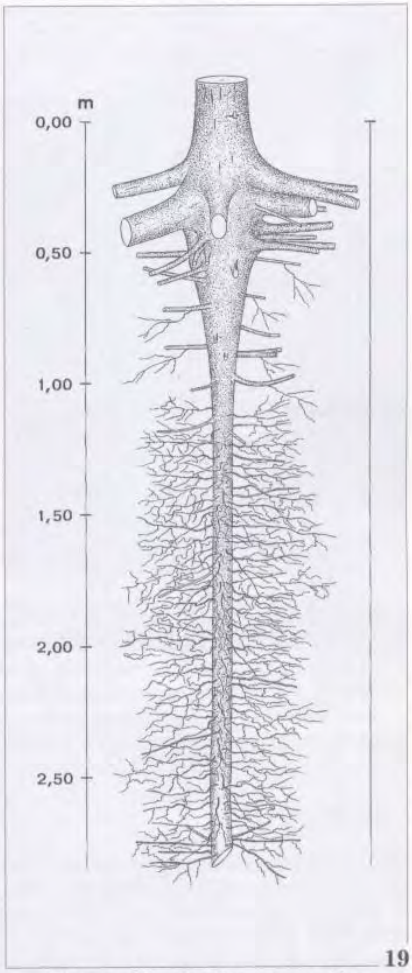
Continua a pag. 16

17

18

Figura 17 - *Veduta d'insieme delle radici in un pioppeto di 5 anni messe a nudo dalla corrente di piena*

Figura 18 - *Profilo dell'apparato radicale della pianta oggetto delle osservazioni negli strati superficiali (spessore di circa 1 m)*



19

Figura 19 - *Profilo schematico del sistema radicale della pianta di 5 anni di cui alle figure **16** e **18***

Tabella 4 - Clone I-214. Stazione n. 3. Caratteristiche fisico-chimiche del terreno

Caratteristiche	Profondità di prelevamento (cm)							
	0-40	40-70	70-110	110-120	120-200	200-250	250-270	270-300
Scheletro (Ø > 2 mm) %	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Granulometria:								
sabbia grossa (2-0,2 mm) %	7,47	9.36	4,97	42,73	1,31	17,42	2,91	98,40
sabbia fine (0,2-0,02 mm) %	79,74	75,19	85,08	54,28	88,40	72,19	86,83	0,05
limo (0,02-0,002 mm) %	10,20	12,47	7,65	2,30	7,31	7,48	8,91	1,05
argilla (<0,002 mm) %	2,59	2,98	2,30	0,69	3,14	3,22	1,35	0,50
Reazione in pH	7,93	7,48	7,50	7,52	7,51	7,65	7,60	7,58
Calcare totale %	6,53	5,87	8,93	6,96	8,71	8,05	13,06	2,17
Calcare attivo %	0,75	1,00	1,13	0,75	1,13	0,75	1,00	0,11
P_2O_5 totale ‰	1,40	1,29	1,18	0,95	0,94	0,94	1,07	0,37
P_2O_5 assimilabile ppm	5,00	1,00	2,00	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.
K_2O assimilabile (mg/100)	2,60	0,93	0,30	0,22	0,22	0,12	0,20	0,05
N_2 Kjeldhal ‰	0,90	0,60	0,20	0,10	0,10	0,20	0,30	0,10
Carbonio organico (C) %	0,54	0,57	0,33	0,24	0,24	0,21	0,30	0,15
Sostanza organica (C x 1,724) %	0,93	0,98	0,57	0,41	0,42	0,36	0,52	0,26
C/N	6,00	9,50	16,50	24,00	24,00	10,50	10,00	15,00

20a

20b

Figura 20 - *Sistema radicale di una pianta del clone I-214 di 10 anni messa a dimora alla profondità di 2,70 m a Gussola (Cremona) in terreno con tessitura sabbiosa in superficie (per uno spessore di 60 cm) e sabbia in profondità: veduta d'insieme del sistema radicale (**20a**) e particolare della parte superficiale e mediana (**20b**)*

Segue da pag. 14

vello del suolo, di 45 cm alla profondità di circa 50 cm e di 20 cm alla profondità di 1 m. Alla profondità di 3 m il diametro della base della ceppaia è di appena 8 cm. Ceppaia e radici laterali raggiungono quasi il 17% del peso fresco dell'albero intero (*tabella 1* a pag. 10).

Il sistema radicale è schematizzato nella *figura 22*. Esso risulta costituito (*figura 23*) da una corona di grosse radici superficiali (esse si dipartono dalla ceppaia alla profondità compresa tra 20 e 50 cm), seguite da altre grosse radici alla profondità di circa 1 m e da una serie di radici molto più minute che si dispongono tutto intorno all'asse della ceppaia e per tutta la sua profondità. Sono praticamente sprovvisti di radici i tratti di ceppaia che si trovano in corrispondenza degli strati con sabbia grossa (tra 110 e 120 cm e tra 200 e 250 cm), fatta eccezione per lo strato più profondo (tra 270 e 300 cm), la cui umidità è influenzata dall'acqua di falda (*figura 21*).

Le radici più grosse presentano un andamento dapprima leggermente inclinato e successivamente quasi orizzontale. Numerose sono le ramificazioni che si dipartono dalle radici più grosse e che si dirigono, con andamento quasi verticale, verso gli strati profondi (*figura 23d*).

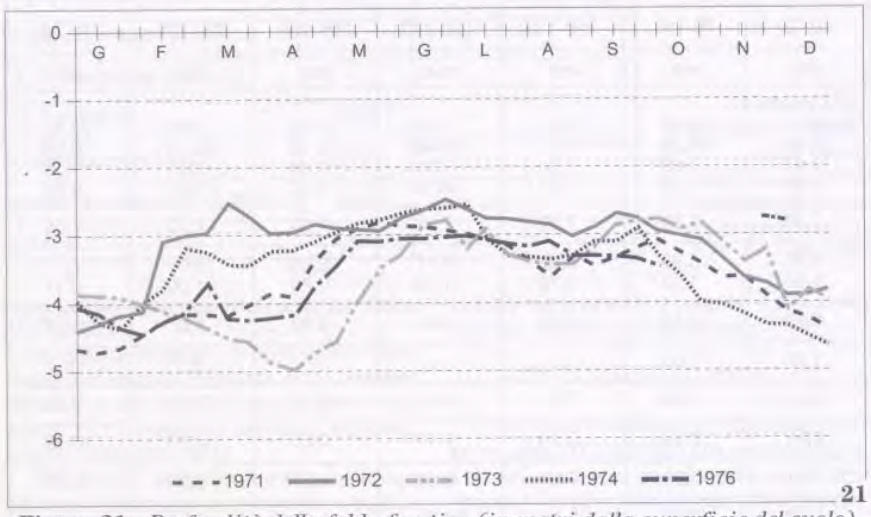
Lo sviluppo del capillizio appare elevato dalla superficie del suolo fino alla profondità di circa 1 m e poi gradatamente diminuisce con l'aumentare della profondità. Ciò può essere messo in relazione con la diminuzione della sostanza organica, della disponibilità di elementi nutritivi e certamente anche della disponibilità idrica, date le difficoltà di risalita capillare dell'acqua di falda che bagna uno strato di sabbia grossa (*figura 23g*). Negli strati più superficiali l'umidità del terreno è mantenuta ad un buon livello con l'irrigazione. A livello della frangia capillare all'estremità della ceppaia si nota un folto gruppo di radici assorbenti.

Anche in questo caso si vede nettamente l'influenza delle caratteristiche del suolo sulla fisionomia e sull'architettura del sistema radicale del pioppo.

L'influenza delle lavorazioni superficiali si manifesta con la presenza di radici troncate dall'erpice a dischi, che in alcuni casi hanno reagito positivamente con l'emissione di nuove radici, ma in altri casi sono andate incontro a processi di deperimento e sono state attaccate da marciumi. Non sono stati notati innesti radicali tra radici di piante vicine.

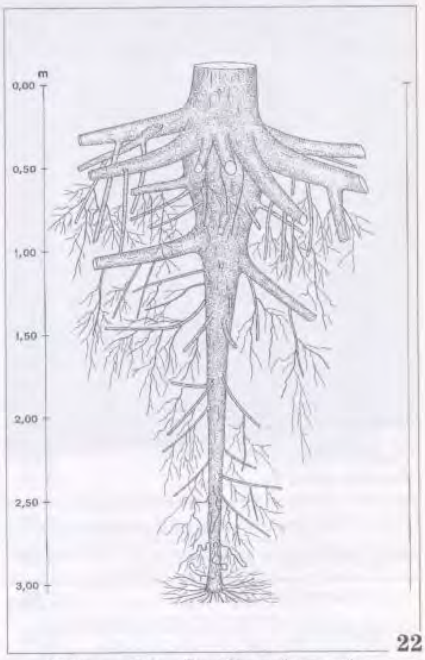
Dal confronto delle tre stazioni appare evidente l'influenza delle caratteristiche fisiche del terreno dei vari strati del profilo sulla configurazione del sistema radicale delle piante esaminate. In particolare si nota la maggiore concentrazione delle radici negli strati di terreno con più elevata capacità idrica e la scarsa presenza o assenza di radici negli strati con capacità idrica molto bassa.

Continua a pag. 18



21

Figura 21 - *Profondità della falda freatica (in metri dalla superficie del suolo) rilevata nell'area del pioppeto*



22

Figura 22 - *Profilo schematico del sistema radicale di una pianta di pioppo del clone I-214 di 9 anni derivata da pioppelle messe a dimora alla profondità di 2,70 m*

Figura 23 - *Sistema radicale della pianta di cui alla* **figura 22**: *veduta d'insieme della parte superficiale del sistema radicale* (**23a**), *della prima metà* (**23b**) *e di tutto il profilo verticale* (**23c**); *particolare della parte superficiale* (**23d**), *della parte mediana* (**23e**), *della parte profonda* (**23f**) *e, infine, dell'estremità basale* (**23g**)

24

Figura 24 - *Profilo del terreno nelle vicinanze della pianta di cui alla* **figura 26**

Segue da pag. 16

Clone Luisa Avanzo

Stazione n. 1

Il terreno presenta una tessitura (*tabella 5*) che da sabbiosa nei primi 70-80 cm di profondità (la percentuale di limo diminuisce nettamente al di sotto dei 40 cm), passa a sabbia grossolana da 70-80 a 110-120 cm (*figura 24*) e diventa sabbioso-limosa tra 120 e 150 cm.

La sostanza organica, l'azoto e il potassio assimilabile diminuiscono drasticamente con l'aumentare della profondità. La falda freatica è molto profonda e anche nel periodo vegetativo si mantiene a quote al di sotto delle possibilità di assorbimento idrico delle radici. D'altra parte la presenza nel profilo di uno spesso strato di sabbia grossa di 40-50 cm, alla profondità media di poco inferiore al metro, è sufficiente per impedire la risalita capillare dell'acqua di falde anche relativamente superficiali (ad esempio a 1,50 m di profondità).

In questa stazione la coltivazione del pioppo è stata fatta facendo ricorso all'irrigazione.

Sono state messe a dimora pioppelle di due anni di vivaio, ponendole in buche profonde 1,30 m, con spaziatura di 6×6 m.

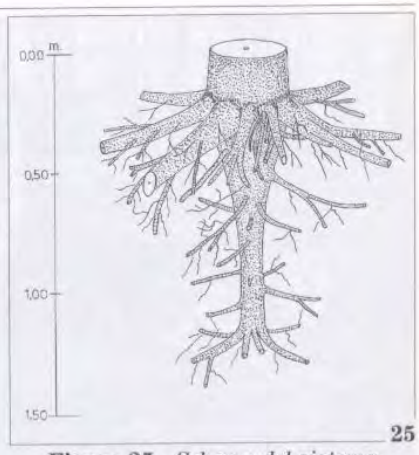
A 5 anni dall'impianto la ceppaia presenta un diametro medio al colletto di 30 cm e una forte rastremazione al di sotto dei 45 cm. A 1 m di profondità il diametro è di 9 cm. L'intera parte ipogea rappresenta il 17% del peso fresco di tutto l'albero (*tabella 1* a pag. 10).

Tutto intorno alla ceppaia, tra 15 e 45 cm di profondità, si dipartono grosse radici con andamento quasi orizzontale e con ramificazioni abbastanza frequenti (*figura 25*). Alcune di queste assumono un andamento più inclinato. Dalla parte più profonda della ceppaia e tutto intorno ad essa si originano altre radici, molto più minute, anch'esse con andamento orizzontale.

Complessivamente, la densità radicale (*figura 26a*) appare molto alta nello strato di terreno a tessitura più fine, anche se si nota una diminuzione con l'aumentare della profondità, e cala drasticamente nello strato a tessitura più grossolana.

Come si può notare nella *figura 26b*, le radici si dirigono in profondità seguendo il flusso dell'acqua che, erogata in superficie da gocciolatori, in terreno sabbioso scende verticalmente senza espandersi lateralmente fino a raggiungere uno strato di minore porosità.

In questa situazione, per un albero che ha a disposizione un'area d'insidenza di 36 m², la presenza di qualche gocciolatore stimola il sistema radicale a ramificarsi abbondantemente soltanto localmente.



25

Figura 25 - *Schema del sistema radicale di una pianta di 5 anni del clone Luisa Avanzo*

Stazione n. 2

Il terreno presenta tessitura franca nello strato più superficiale (0-30 cm) e franco-limosa in quello sottostante (*tabella 6*). Il contenuto in sostanza organica è da ritenersi buono, soprattutto nello strato più superficiale e non ci sono ostacoli particolari che impediscano l'espansione radicale. La falda freatica è molto profonda, inutilizzabile per le radici delle piante di pioppo.

Le pioppelle, provenienti da un vivaio di due anni, sono state messe a dimora alla profondità di 1,30 m e alla spaziatura di 6×5 m.

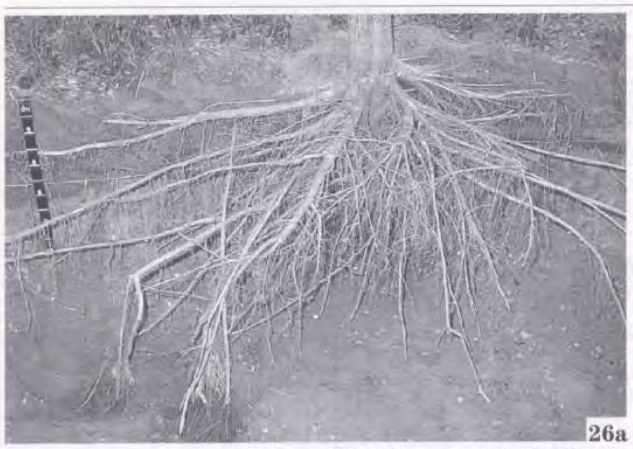
Al settimo anno dalla messa a dimora la parte ipogea rappresenta circa il 15% del peso fresco dell'intero albero (*tabella 1* a pag. 10).

Tabella 5 - Clone Luisa Avanzo. Stazione n. 1. Caratteristiche fisico-chimiche del terreno

Caratteristiche	Profondità di prelevamento (cm)		
	0-40	40-70	70-110
Scheletro (Ø > 2 mm) %	ass.	ass.	ass.
Granulometria:			
sabbia grossa (2-0,2 mm) %	2,34	2,22	93,30
sabbia fine (0,2-0,02 mm) %	73,15	80,78	4,20
limo (0,02-0,002 mm) %	17,15	12,49	1,50
argilla (<0,002 mm) %	7,01	4,51	1,00
Reazione in pH	7,64	7,78	8,03
Calcare totale %	6,09	5,66	7,18
Calcare attivo %	1,00	1,82	0,33
P_2O_5 totale ‰	1,49	1,29	1,44
K_2O assimilabile (mg/100)	4,42	3,30	0,37
N_2 Kjeldhal ‰	0,95	0,51	0,12
Carbonio organico (C) %	0,74	0,35	0,07
Sostanza organica (C x 1,724) %	1,27	0,60	0,12
C/N	7,79	6,86	5,83

Tabella 6 - Clone Luisa Avanzo. Stazione n. 2. Caratteristiche fisico-chimiche del terreno

Caratteristiche	Profondità di prelevamento (cm)		
	0-30	30-60	60-100
Scheletro (Ø > 2 mm) %	ass.	ass.	ass.
Granulometria:			
sabbia grossa (2-0,2 mm) %	0,00	0,17	0,15
sabbia fine (0,2-0,02 mm) %	49,22	42,58	42,34
limo (0,02-0,002 mm) %	34,32	35,55	36,35
argilla (<0,002 mm) %	16,46	21,70	20,98
Reazione in pH	7,95	7,93	7,80
Calcare totale %	15,35	15,30	19,03
Calcare attivo %	4,81	6,07	6,69
P_2O_5 totale ‰	1,30	1,30	1,31
P_2O_5 assimilabile ppm	–	–	–
K_2O assimilabile (mg/100)	–	–	–
N_2 Kjeldhal ‰	1,34	0,94	0,85
Carbonio organico (C) %	1,00	0,80	0,60
Sostanza organica (C x 1,724) %	1,72	1,38	1,03
C/N	7,46	8,51	7,06


26a

26b

Figura 26 - *Sistema radicale di una pianta del clone Luisa Avanzo coltivata in terreno sabbioso: veduta d'insieme* (**26a**) *e particolare raffigurante fasci di radici sviluppatesi in profondità nella zona bagnata dai gocciolatori* (**26b**)

27a

27b

Figura 27 - *Sistema radicale di piante di pioppo di 7 anni del clone Luisa Avanzo coltivato in terreno a tessitura franca: si noti la superficialità delle radici* (**27a** *e* **27b**)

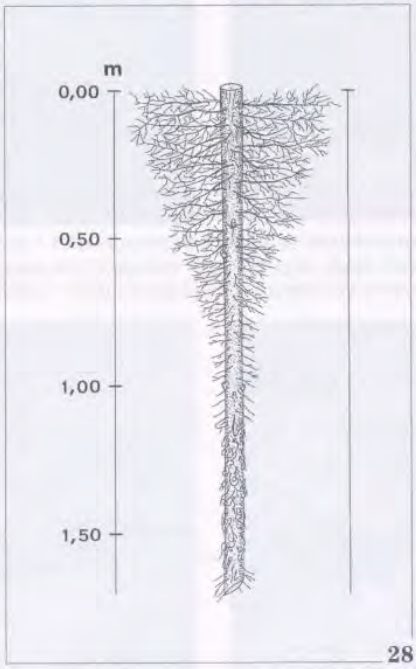
Come si può notare dalla *figura 27*, la quasi totalità delle radici è concentrata nei primi due strati che complessivamente raggiungono uno spessore di circa 60 cm. L'andamento delle radici principali è pressoché orizzontale e il loro inserimento sulla ceppaia è molto superficiale.

La ramificazione delle radici è abbondante e la loro lunghezza è piuttosto modesta, comunque molto inferiore rispetto a quanto osservato nel terreno sabbioso.

In superficie la densità radicale è molto elevata, ma non raggiunge i valori osservati nella stazione n. 1 precedente. Da ciò si può desumere che la tessitura e quindi l'umidità e l'aerazione condizionano sia l'estensione delle radici che la loro ramificazione e la densità.

Nella *figura 28* è schematizzato il sistema radicale alla fine del primo anno dall'impianto effettuato in terreno pesante. Si noti il modesto sviluppo radicale in profondità.

Confrontando le due stazioni, malgrado la netta influenza delle condizioni edafiche sulla distribuzione e sulla densità delle radici, appare chiaramente la tendenza del clone a formare un sistema radicale superficiale; comportamento osservato anche in altre stazioni (*figura 29*) caratterizzate da terreno sciolto e profondo.



28

Figura 28 - *Schema del sistema radicale di pianta di pioppo del clone Luisa Avanzo alla fine del primo anno dall'impianto, effettuato in terreno pesante*

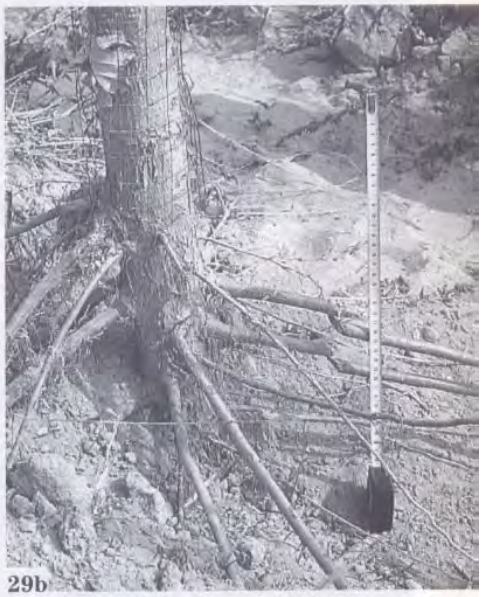

29b

Figura 29 - *Sistema radicale di piante di pioppo al secondo anno del clone Luisa Avanzo, coltivate in terreno sciolto. Anche in questi casi prevalgono le radici con andamento poco inclinato*

INFLUENZA DELLA PROFONDITÀ DELLA FALDA FREATICA SUL SISTEMA RADICALE

Clone I-214

Stazione n. 1

Il terreno risulta sabbioso (*tabella 7*) e presenta una falda freatica superficiale oscillante ad una profondità intorno a 1 m durante il periodo vegetativo.

L'impianto è stato effettuato con pioppelle di due anni di vivaio ponendole alla profondità di circa 85 cm, adottando la spaziatura di 7,50×6,50 m.

La ceppaia, derivata dallo sviluppo della parte interrata della pioppella, presenta una lunghezza di circa 85 cm con una rastremazione molto forte nella parte più bassa.

Dalla parte più grossa della ceppaia, la più superficiale, e fino alla profondità di 40 cm, si dirama la quasi totalità delle radici, mentre dalla parte restante, più rastremata, si è sviluppato un numero limitato di radici corte, molto ramificate e ricche di capillizio.

La struttura del sistema radicale, vista in sezione verticale, passante per il centro della ceppaia, risulta costituita da un gruppo superficiale di radici con andamento quasi orizzontale e con netta tendenza a ramificare sin da brevi distanze (anche 25-30 cm) dal piede; una parte di queste radici, piuttosto corte e molto ramificate, si dirigono in profondità con andamento quasi verticale (*figura 30a* e *30b*).

La profondità massima raggiunta dalle radici non supera gli 85 cm, poiché la loro crescita si arresta al livello della frangia capillare, situata sopra la superficie freatica, in cui il terreno risulta saturo di acqua.

I principali dati biometrici relativi all'albero oggetto di ri-

Tabella 7 - Clone I-214. Stazione n. 1. Caratteristiche fisico-chimiche del terreno

Caratteristiche	Profondità di prelevamento (cm)		
	0-30	30-50	50-80
Scheletro (Ø > 2 mm) %	ass.	ass.	ass.
Granulometria:			
sabbia grossa (2-0,2 mm) %	1,79	1,92	6,46
sabbia fine (0,2-0,02 mm) %	82,03	80,68	78,04
limo (0,02-0,002 mm) %	11,00	10,50	10,50
argilla (<0,002 mm) %	5,00	6,90	5,00
Reazione in pH	7,75	7,80	7,65
Calcare totale %	5,18	6,13	6,90
Calcare attivo %	1,98	2,00	1,75
P_2O_5 totale ‰	1,26	1,07	0,98
P_2O_5 assimilabile ppm	–	–	–
K_2O assimilabile (mg/100)	–	–	–
N_2 Kjeldhal ‰	1,06	0,97	0,70
Carbonio organico (C) %	0,83	0,75	0,63
Sostanza organica (C x 1,724) %	1,43	1,29	1,09
C/N	7,83	7,73	9,00

30a

30b

Figura 30 - *Sistema radicale di pianta di pioppo di 13 anni del clone I-214, cresciuta in terreno con falda superficiale: veduta d'insieme della ceppaia* (**30a**) *e particolari illustranti l'andamento delle radici* (**30b**)

31a

31b

Figura 31 - *Conformazione delle radici in prossimità della falda* (**31a** e **31b**)

levamento sono riportati nella *tabella 1* a pag. 10.

A 13 anni dall'impianto il peso fresco della parte ipogea risulta pari al 13% di quello dell'intero albero.

Da tali dati risulta anche che il 56% del peso totale delle radici si distribuisce in uno spessore di terreno di 20 cm, compreso tra 10 e 30 cm di profondità. Da 50 a 60 cm di profondità si trova meno del 2% del peso totale delle radici. Non si può però sostenere che il loro ruolo nell'alimentazione idrica della pianta sia altrettanto scarso. Si tratta infatti di radici molto ramificate con elevata superficie assorbente (*figura 31a* e *31b*).

L'area di proiezione totale del sistema radicale non è molto diversa (*figura 32*) da quella della proiezione della chioma.

Malgrado l'elevata densità delle radici negli strati più superficiali e il loro fitto intreccio, non si notano innesti con le radici degli alberi vicini e nemmeno tra radici dello stesso albero. Le radici tagliate o ferite con le macchine utilizzate per le lavorazioni del suolo (erpici a dischi o aratri) hanno reagito positivamente con abbondanti ramificazioni.

È stato più volte osservato che la pianta non riesce ad ancorarsi sufficientemente (*figura 33*) ed è soggetta a schianti per il vento quando la falda è molto superficiale (50-60 cm di profondità).

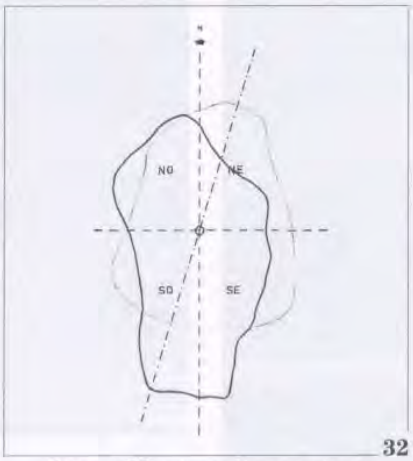


Figura 32 - *Area di proiezione della chioma (linea più grossa) e del sistema radicale (linea più sottile) della pianta di cui alla* **figura 30**

Stazione n. 2

Il terreno, situato a poche centinaia di metri da quello della stazione n. 3 (*tabella 4* a pag. 15), presenta un profilo abbastanza uniforme, comunque senza ostacoli importanti all'espansione delle radici e una falda piuttosto profonda, con oscillazioni intorno ai 5 m e punte occasionali sui 3 m (*figura 34*).

L'impianto è stato effettuato con pioppelle di 2 anni di vivaio, ponendole in buche profonde 85 cm, alla distanza di 7,50×6,50 m.

I principali dati biometrici dell'albero oggetto di studio sono riportati nella *tabella 1* a pag. 10. A 13 anni dall'impianto il peso fresco della parte ipogea risulta del 15% rispetto al peso totale dell'albero.

Le radici si sono formate lungo tutta la parte di fusto interrata della pioppella, pari a circa 85 cm, e ne è derivata una ceppaia molto grossa, rastremata soltanto nella parte più profonda.

Esaminando la distribuzione delle radici sul piano verticale si nota un primo gruppo di grosse radici superficiali con andamento quasi orizzontale, molto lun-

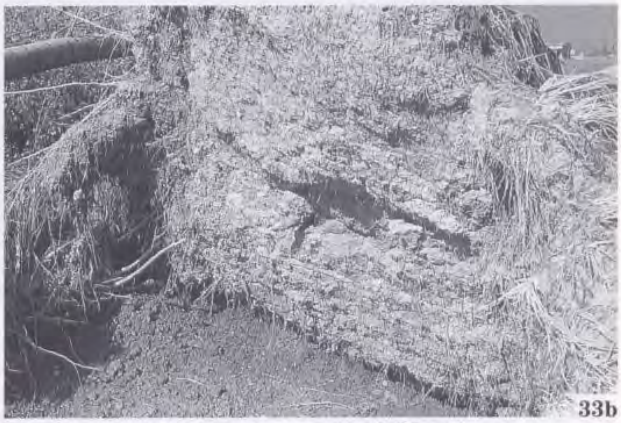


Figura 33 - *Piante con apparato molto superficiale (contenuto in uno spessore di 45-55 cm) schiantate dal vento in Lomellina: veduta d'insieme* (**33a**) *e particolare* (**33b**) *che mostra la base dell'astone immersa all'impianto nell'acqua di falda, priva di radici, ma conservatasi per oltre un decennio*

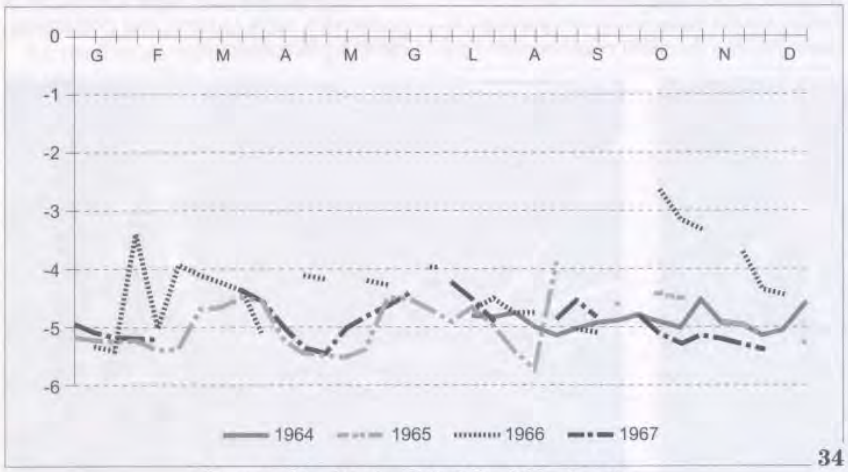


Figura 34 - *Profondità della falda freatica (in metri dalla superficie del suolo) rilevata nell'area del pioppeto*

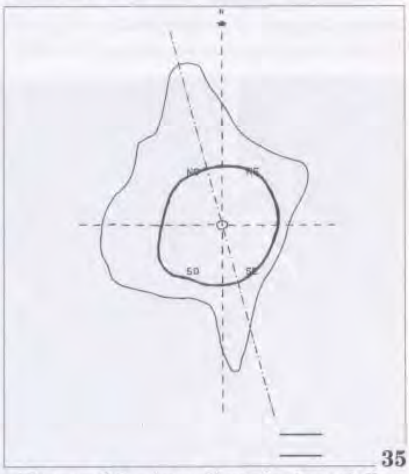


Figura 35 - *Aree di proiezione della chioma (linea più grossa) e del sistema radicale (linea più sottile)*

Figura 36 - *Distribuzione delle radici in superficie (tra 20 e 30 cm di profondità)*

Figura 37 - *Aratura superficiale in pioppeto giovane con polivomere*

Figura 38 - *Lavorazione superficiale del terreno con erpice a dischi con scavallatore*

ghe (fino a circa 15-16 m) e con tendenza a ramificare.

Dal tratto intermedio della ceppaia si dipartono radici con andamento in parte orizzontale e in parte più o meno inclinato.

Dalle radici con andamento più o meno orizzontale, sia dallo strato superficiale che da quello intermedio, si dipartono limitate ramificazioni fittonanti.

Andamento pressoché fittonante presentano le radici inserite nella parte più profonda della ceppaia, che si spingono fino a circa 2,50 m di profondità.

Espressa in peso, circa il 10% della massa radicale è concentrata nei primi 10 cm di terreno, e un altro 54% negli strati inclusi tra 10 e 40 cm di profondità.

L'area di proiezione del sistema radicale (*figura 35* a pag. 21) è di gran lunga superiore a quella di proiezione della chioma. La densità radicale diminuisce bruscamente con l'aumentare della profondità.

Le radici si intrecciano liberamente, soprattutto negli strati più superficiali (*figura 36*), senza dare origine a innesti con quelle degli alberi vicini.

Anche per le radici di quest'albero si è notata una positiva reazione al taglio, provocato dalle macchine operatrici (*figura 37* e *38*), con emissione di nuove radici, sia dai monconi molto giovani (*figura 39*) che da quelli relativamente più anziani (*figura 40*).

Dal confronto delle due stazioni emerge chiaramente la netta influenza della falda superficiale sulla ramificazione delle radici e sulla conformazione di tutto il sistema ipogeo.

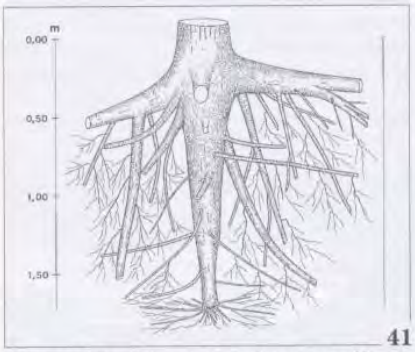
Nel primo sito la pianta limita lo sviluppo del sistema radicale nello strato di terreno al di sopra della superficie freatica e ramifica le radici in maniera molto spinta sin da pochi decimetri dal piede dell'albero. Nel secondo essa edifica un sistema radicale che si estende in profondità per oltre 2,50 m e lateralmente in un'area che va molto oltre i limiti della proiezione della chioma, ma con ramificazioni più contenute.

Figura 39 - *Reazione al taglio di radici molto giovani*

Figura 40 - *Reazioni al taglio di radici relativamente anziane*

42a

42b



41

Figura 41 - *Schema del sistema radicale di una pianta di 9 anni del clone Lux: si noti l'abbondanza di radici fittonanti*

42c

42d

Figura 42 - *Aspetti del sistema radicale di una pianta di 9 anni del clone Lux: fitto intreccio di radici in superficie* (**42a**), *orientamento delle radici primarie nel senso del filare* (**42b**) *e in senso diagonale al filare* (**42c**) *e loro ramificazioni a fittone* (**42d**)

Clone Lux

Stazione n. 1

Il terreno presenta tessitura sabbiosa senza variazioni importanti lungo tutto il profilo esaminato (*tabella 8*). Si nota però una netta diminuzione del contenuto in elementi nutritivi e in sostanza organica con l'aumentare della profondità rispetto al livello del suolo.

La profondità d'impianto è stata di circa 1,70 m, la spaziatura di 6×5 m e il materiale d'impianto era rappresentato da astoni di 2 anni di vivaio.

La ceppaia presenta un diametro medio al colletto di 35 cm, si ingrossa nello strato sottostante tra i 20 e i 50 cm, da dove si originano le radici più grosse e poi si va rapidamente riducendo fino ad assumere uno spessore di non più di una decina di centimetri alla base (profondità di 1,70 m). A 9 anni dalla messa a dimora l'insieme ceppaia e radici laterali raggiunge circa il 16% del peso fresco dell'albero intero (*tabella 1* a pag. 10).

Il sistema radicale di questa pianta (*figura 41*) presenta una una struttura molto robusta e altrettanto complessa: oltre ad un fitto intreccio di radici superficiali (*figura 42a*), esso mostra sia una serie di radici primarie con forte inclinazione rispetto alla verticale (*figura 42b* e *42c*), che numerose ramificazioni a fittone (*figura 42d*). Il capillizio, molto sviluppato nello strato superficiale, è presente in tutti gli strati del profilo esaminato anche se la sua densità va nettamente diminuendo con l'aumentare della profondità, essendo la falda a livello inaccessibile alle radici.

Come già è stato detto ripetutamente per il clone I-214, anche per il clone Lux, malgrado la fittissima rete di radici che si estendono nello strato più superficiale, non sono mai stati notati innesti tra le radici di alberi vicini.

Tabella 8 - Clone Lux. Stazione n. 1. Caratteristiche fisico-chimiche del terreno

Caratteristiche	Profondità di prelevamento (cm)			
	0-40	40-80	80-120	120-200
Scheletro (Ø > 2 mm) %	ass.	ass.	ass.	ass.
Granulometria:				
sabbia grossa (2-0,2 mm) %	5,12	7,50	5,43	6,76
sabbia fine (0,2-0,02 mm) %	77,13	74,13	80,17	78,50
limo (0,02-0,002 mm) %	9,78	12,50	10,12	12,12
argilla (<0,002 mm) %	7,97	5,87	4,28	2,62
Reazione in pH	7,87	7,90	7,80	7,75
Calcare totale %	6,23	6,00	5,80	5,35
Calcare attivo %	2,60	2,40	2,90	2,68
P_2O_5 totale ‰	1,40	1,10	0,85	0,59
P_2O_5 assimilabile ppm	–	–	–	–
K_2O assimilabile (mg/100)	–	–	–	–
N_2 Kjeldhal ‰	0,87	0,75	0,32	–
Carbonio organico (C) %	0,80	0,52	0,35	–
Sostanza organica (C x 1,724) %	1,03	0,90	0,60	–
C/N	6,90	6,93	6,73	–

La reazione al taglio di radici da parte dei dischi dell'erpice è stata generalmente positiva, con l'emissione di molte ramificazioni.

Stazione n. 2

Il terreno presenta caratteristiche molto simili a quelle riportate nella *tabella 7* a pag. 20, ha cioè una tessitura sabbiosa ed è dotato di falda oscillante intorno alla profondità di 1 m.

Il materiale d'impianto era rappresentato da pioppelle di due anni di vivaio e la messa a dimora è stata fatta alla profondità di 0,8 m con una spaziatura di 6×5 m.

Come già detto per il clone I-214, anche per il clone Lux l'apparato radicale (*figura 43*) è contenuto negli strati di terreno compresi tra la frangia capillare della falda freatica e la superficie del suolo. A 9 anni dall'impianto il suo peso fresco rappresenta il 15% di quello dell'albero intero (*tabella 1* a pag. 10).

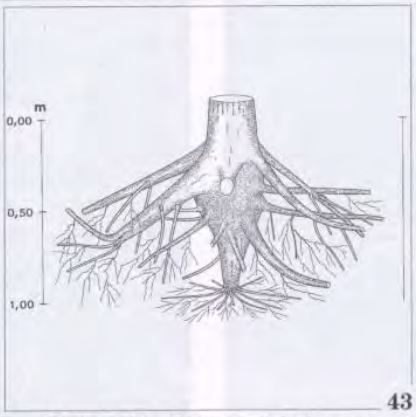


Figura 43 - *Schema del sistema radicale di una pianta di pioppo di 9 anni del clone Lux*

Una parte delle radici, più minute, mantengono un andamento orizzontale e si ramificano anch'esse formando un fitto intreccio (*figura 44*) nello strato superficiale (10-15 cm dal livello del suolo).

Le grosse radici, che si dipartono dalla ceppaia ad una profondità compresa tra 20 e 50 cm in gran parte presentano un andamento obliquo e una ramificazione molto spinta e si dirigono verso gli strati inferiori della rizosfera (*figura 45*), dove l'umidità del terreno è influenzata dall'acqua di falda.

All'estremità inferiore della ceppaia la ramificazione è molto spinta e le radici sono corte, tozze e ricchissime di capillizio (*figura 46*).

Confrontando gli apparati radicali del clone Lux nelle due stazioni prese in considerazione si nota che, in entrambe, le radici principali hanno la tendenza ad assumere un andamento inclinato, dirigendosi verso gli strati più profondi e a ramificarsi maggiormente dove la falda è più superficiale.

Figura 44 - *Clone Lux: radici superficiali in terreno sabbioso e orientamento obliquo di quelle primarie*

Figura 45 - *Sistema radicale di pianta del clone Lux: ramificazione e inclinazione delle radici a poca distanza dalla ceppaia*

Figura 46 - *Sistema radicale di pianta di pioppo del clone Lux: parte inferiore della ceppaia. Si noti l'estrema ramificazione delle radici provocata dalla vicinanza della falda*

INFLUENZA DEL MATERIALE DI IMPIANTO: APPARATO RADICALE DI PIANTE DERIVATE DIRETTAMENTE DA TALEA

Clone I-214

Stazione n. 1

Il terreno presenta un profilo uniforme senza porre ostacoli all'espansione delle radici. Fino alla profondità di almeno 1,50 m la tessitura è sabbiosa mentre negli strati sottostanti aumenta notevolmente la percentuale di sabbia grossa.

La falda freatica oscilla intorno ai 3 m nel periodo vegetativo, ma la risalita capillare dell'acqua è impedita dalla presenza di strati di materiale grossolano.

La particolarità di questa stazione è che il pioppeto è stato ottenuto da un vivaio, diradando le pioppelle alla fine del secondo anno dall'impianto delle talee (di 20 cm di lunghezza). Sono state tolte due file di pioppelle su tre e sulle file rimaste sono state lasciate le pioppelle a 4-5 m l'una dall'altra, scegliendo le migliori, ottenendo così una spaziatura irregolare (6×4-5 m) e una densità di circa 350 piante ad ettaro.

Le osservazioni sul sistema radicale sono state effettuate sia al 2° anno in vivaio (*figura 47*) che alla fine del 5° anno

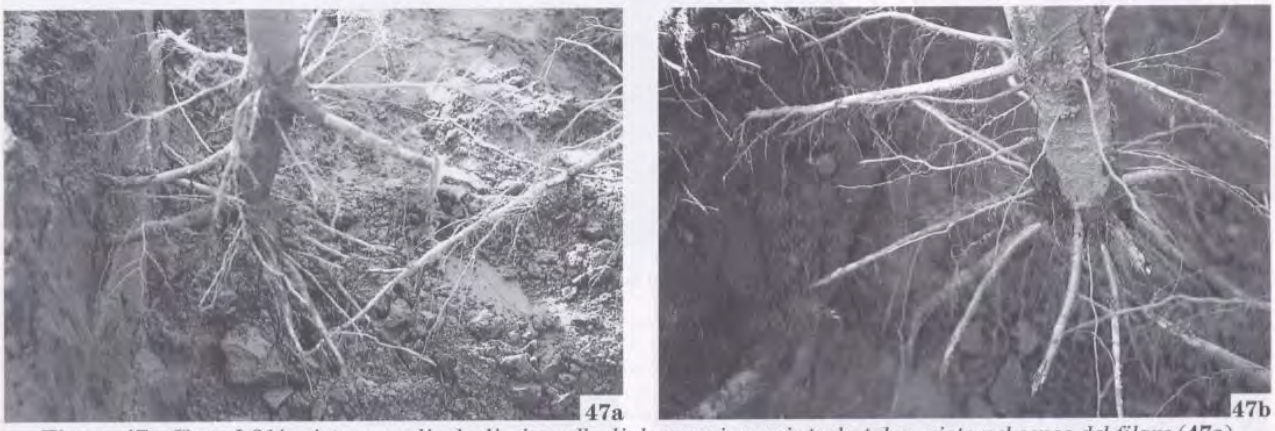


Figura 47 - *Clone I-214: sistema radicale di pioppelle di due anni cresciute da talea, visto nel senso del filare* (**47a**) *e diagonalmente al filare* (**47b**)

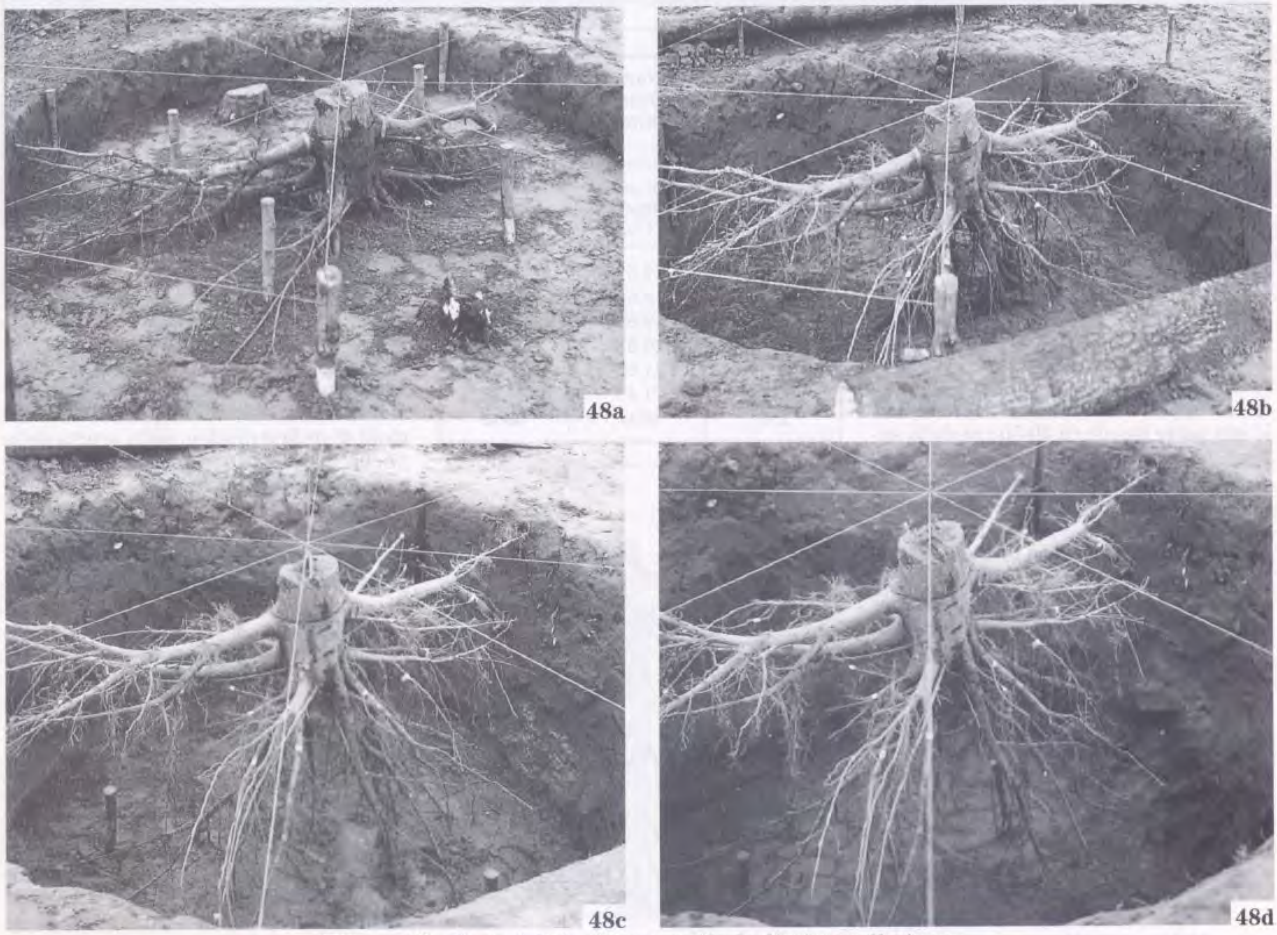


Figura 48 - *Clone I-214: sistema radicale di pianta di pioppo derivata da talea. Distribuzione delle radici nei primi 30 cm di profondità* (**48a**), *nei primi 70 cm* (**48b**), *fino a 110 cm* (**48c**) *e fino alla profondità di 150 cm* (**48d**)

dall'impianto delle talee, cioè tre anni dopo il diradamento (*figura 48* a pag. 25).

Come si può vedere nelle illustrazioni, la struttura del sistema radicale è rimasta uguale a quella che aveva la pioppella tre anni prima, con la differenza che le ramificazioni delle radici primarie, originatesi alla base della talea, si sono ingrossate e hanno formato ramificazioni con direzione prevalentemente verso il basso. Abbondanti ramificazioni si osservano anche sulle radici primarie superficiali, delle quali si nota la tendenza a colonizzare anche gli spazi edafici liberatisi con il diradamento.

Stazione n. 2

Il terreno presenta un profilo molto uniforme con una tessitura franca che non varia in maniera importante fino alla profondità di 1,40 m (*tabella 9*).

Il vivaio è stato messo a dimora nel marzo 1982, con spaziatura di 2,20×0,60 m; il dirado delle pioppelle è stato fatto nel marzo 1984 portando la spaziatura del pioppeto a una media di 6,60×4,48 m, pari ad una densità di circa 350 piante ad ettaro.

La pianta oggetto delle osservazioni all'11° anno dall'impianto della talea presenta un diametro medio al colletto di 47 cm, a petto d'uomo di 39 cm e un'altezza totale di 30 m (23 m al diametro di 10 cm in punta). Il diametro medio delle piante del pioppeto è di 34 cm di diametro a petto d'uomo e l'altezza cormometrica (fino a 10 cm di diametro in punta) è di 22 m.

La ragione fondamentale di un così eccellente accrescimento in altezza è rappresentata dalla presenza di una falda acquifera che, durante il periodo vegetativo, oscilla attorno a 2,30-2,50 m di profondità, creando una frangia capillare che si eleva fino a 1,30-1,50 m dalla superficie del suolo. L'umidità del terreno, rilevata in piena estate dopo un lungo periodo di siccità, presenta un gradiente nettamente crescente con l'aumentare della profondità (*tabella 10*), passando da livelli prossimi al punto di appassimento in superficie a valori vicini alla saturazione alla profondità di circa 1,40-1,50 m. Le terminazioni delle radici arrivano fino a questo livello e tutto il terreno sovrastante (per uno spessore di 1,30-1,50 m) risulta densamente colonizzato dalle radici del pioppo.

La ceppaia è molto corta e tozza e dalla sua parte basale (a 40-50 cm dalla superficie del suolo) si dipartono molte radici che si ramificano presto e ripetutamente e che presentano un andamento quasi verticale (*figura 49*). Dalla parte mediana della ceppaia si originano altre radici, con andamento quasi orizzontale e anch'esse con numerose ramificazioni delle quali una parte si dirige verso gli strati più umidi, scendendo più o meno obliquamente (*figura 50b* e *50c*). Con un intreccio di radici di tipo prevalentemente fittonante, molto denso intorno all'albero per un raggio di almeno 2 m, la pianta viene ad esplorare e a tenere insieme una massa di terreno di circa 20 m³, che le garantisce continuità nell'alimentazione, ancoraggio e stabilità.

Sulla base di queste osservazioni si può dire che il sistema radicale di una pianta derivata da talea molto corta (20 cm) è praticamente fittonante e ricorda molto quello di una pianta nata da seme.

Tabella 9 - Clone I-214. Stazione n. 2. Caratteristiche fisico-chimiche del terreno

Caratteristiche	Profondità di prelevamento (cm)			
	0-35	35-70	70-100	100-140
Scheletro (Ø > 2 mm) %	ass.	ass.	ass.	ass.
Granulometria:				
sabbia grossa (2-0,2 mm) %	2,16	0,91	2,23	1,10
sabbia fine (0,2-0,02 mm) %	51,59	53,99	48,02	41,00
limo (0,02-0,002 mm) %	32,70	26,50	31,10	39,00
argilla (<0,002 mm) %	13,55	18,60	18,65	18,90
Reazione in pH	7,49	7,45	7,60	7,68
Calcare totale %	1,96	1,74	2,18	2,83
Calcare attivo %	0,87	0,85	0,89	0,91

Tabella 10 - Contenuto in acqua di campioni di terreno prelevati nel pioppeto di Giarole (Alessandria): clone I-214. Stazione n. 2

Profondità di prelievo (cm)	Sul peso fresco (%)	Sul peso secco (%)
0-35	12,87	14,78
36-70	14,66	17,18
71-100	19,88	24,80
101-140	20,67	26,06
141-180	21,55	27,47
181-240	21,43	27,27
250	falda	falda

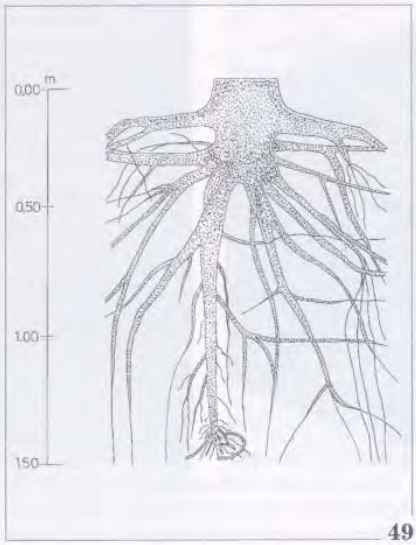


Figura 49 - *Schema del sistema radicale di pianta di pioppo di 11 anni (di cui due di vivaio) derivata da talea*

49

INFLUENZA DEL CLONE SUL SISTEMA RADICALE

Pur non potendo fare confronti rigorosi, non avendo impostato le osservazioni su basi statistiche per evidenti ragioni di ordine pratico, sulla scorta delle poche piante esaminate si può dire con una certa tranquillità che mentre le piante del clone Lux presentano un apparato radicale nettamente fittonante, quelle del clone Luisa Avanzo tendono a presentare radici con andamento, altrettanto nettamente, superficiale.

Per le piante del clone I-214 si può dire che esse presentano radici con un andamento intermedio tra quelle degli altri due cloni.

Si potrebbe quindi sostenere che i tre cloni oggetto delle osservazioni, come risultano diversi per l'architettura della chioma (mediamente espansa per I-214, più espansa per Lux e più raccolta per Luisa Avanzo) e per altre caratteristiche morfologiche del fusto, così si distinguono nettamente anche per quanto riguarda la struttura del sistema radicale con tutte le conseguenze di ordine fisiologico e pratico di cui si farà cenno nelle conclusioni.

Figura 50 - *Aspetti del sistema radicale di una pianta di 11 anni (di cui due in vivaio) derivata da talea del clone I-214: scavo per l'osservazione* (**50a**), *profilo nel senso del filare* (**50b**), *e parte profonda del sistema radicale* (**50c**)

CONCLUSIONI

Con questo lavoro si è cercato di indagare sull'effetto di diversi fattori (materiale e modalità di impianto, caratteristiche del terreno, profondità della falda) sulla conformazione del sistema radicale dei cloni di pioppo I-214, Lux e Luisa Avanzo, molto diversi per caratteristiche genetiche e morfologiche e più o meno diffusamente coltivati nella Pianura Padana. Inoltre sono state fatte osservazioni sull'apparato radicale in rapporto al metodo di propagazione.

Da queste ultime osservazioni si può confermare ancora una volta che con la riproduzione per seme si ottengono alberi con sistema radicale tipicamente fittonante.

Con la moltiplicazione agamica la conformazione del sistema radicale varia a seconda del tipo di materiale di impianto. Gli alberi cresciuti da talea corta (20-25 cm di lunghezza) edificano un sistema radicale praticamente fittonante. Essi sono cioè costretti ad approfondire le radici principali per esplorare volumi di terreno più ampi di quelli corrispondenti allo strato interessato dalla talea, per motivi sia di ordine meccanico che nutrizionale.

La profondità d'impianto delle pioppelle influisce sul loro attecchimento e sulla conformazione dell'apparato radicale degli alberi che ne derivano. Così, ad esempio, una profondità di 50 cm può essere insufficiente per assicurare una buona ripresa vegetativa dopo il trapianto e soltanto in condizioni particolarmente favorevoli, riguardanti sia le condizioni delle pioppelle che quelle edafiche, l'esito potrà essere soddisfacente.

Una volta attecchite, analogamente a quanto si verifica per le talee, queste piante, sin dai primi anni dopo la messa a dimora, sono stimolate a dirigere le radici verso gli strati più profondi per esplorare più ampi volumi di suolo, e per assicurarsi l'ancoraggio di cui necessitano. Le pioppelle poste a dimora in buche di 2-3 m di profondità hanno la possibilità di formare radici lungo tutta la parte di fusto interrata e quindi di esplorare ampi volumi di terreno sin dalla messa a dimora e di attecchire in percentuale molto alta. Anche l'accrescimento si avvantaggia dell'impianto profondo ma soltanto nei primi anni, essendo la produzione finale per albero determinata soprattutto dalla fertilità della stazione e dalle cure colturali prodigate.

Tra i fattori che influenzano maggiormente la formazione, la ramificazione, l'orientamento, la direzione di crescita e il *turn over* delle radici, oltre alla temperatura, all'aerazione e all'umidità del terreno, si ricordano i contenuti in carbonio organico e in elementi nutritivi del suolo, che normalmente sono più concentrati negli strati più superficiali.

La pianta emette radici alle varie profondità anche in funzione del regime termico del terreno. Per esempio, le pioppelle di nuovo impianto, all'inizio della stagione vegetativa, reagiscono formando radici con leggero anticipo negli strati più superficiali (a temperatura più elevata), rispetto a quelli più profondi (a temperatura più bassa). Non è facile, tuttavia, isolare l'effetto termico da quello degli altri fattori sulle varie componenti del sistema radicale (formazione, ramificazione, orientamento e direzione di crescita e *turn over* delle radici), in quanto la temperatura interagisce con l'aerazione e le caratteristiche idriche e nutritive del suolo. La crescita radicale spesso può essere ridotta per mancanza di acqua, di nutrienti o di fotosintetati o, al contrario, esaltata da un buon rapporto tra umidità e aerazione e da buoni livelli di sostanza organica e di elementi nutritivi.

La parte più consistente del sistema radicale si sviluppa tra 20 e 60 cm dal piano di campagna, strato in cui si trovano le migliori condizioni di abitabilità, e nei primi 2 m dal piede dell'albero, dove si nota la presenza di un più fitto e abbondante capillizio. Nel volume di terreno corrispondente a questo raggio si concentrano circa i due terzi della massa radicale e si ha anche la più elevata densità di radici assorbenti.

Per quanto riguarda l'azione esercitata dalle caratteristiche edafiche è stato appurato che, per le piante di un determinato clone, l'andamento delle radici, tanto in senso orizzontale che verticale, dipende prevalentemente dalla tessitura, dal profilo idrico e dal favorevole rapporto tra umidità e aerazione dell'ambiente, per cui, in particolare il loro approfondimento, risulta significativamente maggiore nei suoli leggeri e freschi che in quelli pesanti e con difficoltà di drenaggio.

Il presupposto fondamentale per il buon accrescimento del pioppo sta nella possibilità delle radici di espandersi liberamente. La crescita e l'allungamento delle radici nel profilo del terreno sembra seguire, in particolare in terreni compatti, linee di minore resistenza (canali lasciati da vecchie radici, cunicoli di vermi, biopori in genere). Di qui l'esigenza di preparare il terreno per l'impianto con adeguati lavori (scasso, lavorazione a doppio strato) per facilitare sin dalla messa a dimora l'espansione radicale.

Le conseguenze di fattori edafici negativi (quali spessi strati calcarei di accumulo) possono essere importanti. Ad esempio, in un terreno superficiale (con una profondità di 50-60 cm), adagiato su uno strato calcareo molto spesso e compatto, è stato osservato che le radici del pioppo (clone I-214) si approfondivano rapidamente fino alle vicinanze dello strato calcareo, percorrevano poi orizzontalmente un certo tratto ai confini con tale strato per poi risalire verso la superficie, ramificandosi con fitto capillizio negli strati ad umidità più favorevole.

Nel pioppeto adulto la disponibilità di acqua può variare sensibilmente nell'area di insidenza della pianta. Intorno al piede dell'albero e per un raggio di un paio di metri, dove la densità radicale è molto elevata, l'umidità del terreno tende a diminuire più rapidamente rispetto alle zone circostanti, a densità radicale più bassa. Oltre a un gradiente orizzontale, associato con la densità delle radici che può variare con la distanza delle piante tra le file e sulla fila, l'umidità del terreno può presentare un gradiente verticale, legato alle caratteristiche dei vari orizzonti e alla presenza di una falda freatica in grado di influenzarne lo stato di umidità.

L'umidità e i flussi preferenziali dell'acqua del terreno possono essere modificati ulteriormente dalla posizione e dalla densità delle radici delle piante spontanee, in competizione con quelle coltivate.

L'azione combinata di tutti questi fattori si estrinseca con la selezione di una parte delle radici di nuova formazione che prenderanno il sopravvento e determineranno la conformazione finale del sistema radicale. In altre parole la morfologia del sistema radicale è guidata dal codice genetico, ma la configurazione ultima è largamente determinata dai fattori ambientali, dal materiale e dalle modalità di impianto.

Tuttavia, confrontando l'insieme dei risultati, in condizioni comparabili l'influenza del genotipo sull'apparato radicale appare abbastanza evidente: mentre le radici primarie del clone Lux presentano un andamento tendenzialmente fittonante, quelle del clone Luisa Avanzo mostrano un andamento nettamente superficiale; un comportamento all'incirca intermedio caratterizza il sistema radicale del clone I-214.

Sulla base di queste osservazioni, sul piano pratico si può supporre che il clone con la tendenza ad espandere le radici superficialmente raggiunga in breve tempo la massima densità radicale negli strati più superficiali e possa quindi beneficiare della maggiore disponibilità di elementi nutritivi presenti, ma sia anche più soggetto ad eventuali stress idrici in occasione di lunghi periodi di siccità. Viceversa il clone che tende ad approfondire precocemente le radici riuscirà a superare più agevolmente periodi di scarsa

disponibilità idrica potendo esplorare strati più profondi. Questo adattamento si ritiene che possa spiegare, almeno in parte, la buona tolleranza agli stress idrici constatata nel clone Lux e altri di tipo caroliniano.

La conoscenza della struttura dell'apparato radicale può essere presa a base delle scelte circa il tipo d'intervento colturale da effettuare, in particolare per quanto riguarda le lavorazioni ordinarie del terreno. Così, ad esempio, in un pioppeto del clone Luisa Avanzo, con sistema radicale superficiale, saranno prudenzialmente evitate le arature e le discature non dovranno superare i 10 cm per non danneggiare troppo le radici, in particolare in un terreno modestamente profondo. Viceversa, un pioppeto del clone Lux, con sistema radicale più fittonante, potrà essere arato e discato tranquillamente anche alla profondità di 15 cm, soprattutto in un terreno profondo (oltre il metro).

Anche se le lavorazioni ordinarie non stimolano direttamente la pianta ad approfondire le radici, si può ritenere che alla recisione di quelle più superficiali essa reagisca attivando maggiormente, almeno temporaneamente, quelle sottostanti.

In molti casi, nella seconda metà del ciclo, quando l'espansione e la densità radicale hanno raggiunto livelli quasi definitivi, la chiusura delle chiome è ormai completa e la competizione della vegetazione spontanea va diminuendo, conviene interrompere del tutto le lavorazioni del terreno e sostituirle con una, o al massimo due, falciature dell'erba. L'efficacia delle lavorazioni nei pioppeti adulti è molto scarsa, mentre la presenza di radici negli strati più superficiali, dove si accumula la sostanza organica, può servire a prevenire carenze nutrizionali, quali ad esempio la clorosi ferrica in suoli calcarei. Si tenga inoltre presente che le ferite alle radici, provocate dalle macchine operatrici, in piante adulte sono più lente a rimarginare e rappresentano delle vie di accesso ai microrganismi responsabili delle carie del legno.

Per quanto riguarda l'interazione tra i fattori studiati, molto significativi sono i risultati dello studio effettuato nel 2° pioppeto del clone I-214 derivato dal diradamento del vivaio. In questa stazione pur avendo messo a dimora delle talee, le piante da queste derivate hanno formato un sistema radicale in grado di esplorare il terreno in profondità per uno spessore di ben 150 cm e di utilizzare l'acqua della falda, oscillante intorno alla profondità di 250 cm, anche in condizioni di siccità persistente. Infatti, in occasione degli scavi eseguiti per mettere a nudo l'apparato radicale, sulle foglie delle piante non si è notato alcun segno di sofferenza per carenza idrica. Ad una chioma folta e di colore verde intenso corrispondeva un'umidità del terreno che pur essendo molto prossima al punto di appassimento negli strati più superficiali presentava un netto gradiente con valori crescenti dalla superficie agli strati inferiori fino a raggiungere la saturazione in corrispondenza della parte più vicina alla falda (*tabella 10* a pag. 26).

Questi rilevamenti consentono di fare delle considerazioni importanti.

Poiché i movimenti della falda hanno conseguenze dirette non soltanto sulle riserve idriche del terreno ma anche sulla conformazione delle radici, è importante conoscere la profondità ideale della falda nelle varie situazioni pedologiche.

Va subito detto che una falda troppo superficiale impedisce alle radici di svilupparsi in profondità, dove la carenza di ossigeno blocca la loro attività. Sono stati osservati in più occasioni alberi schiantati dal vento i cui apparati radicali, costretti a svilupparsi in uno spessore molto limitato di suolo (ridotto fino ad un minimo di 45 cm) sono stati in grado di alimentare regolarmente le piante, ma non di garantirne un'adeguata stabilità.

Nei terreni più comunemente utilizzati con il pioppo la falda può avere essenzialmente due comportamenti diversi durante l'anno e precisamente:

- può risalire o recedere rispetto al piano di campagna con variazioni stagionali molto marcate, come avviene ad esempio nei terreni sabbiosi golenali nei quali i suoi movimenti dipendono dal regime idrico del fiume;
- può mantenere costante la sua quota, cioè fluttuare in maniera poco rilevante, come si verifica ad esempio in aree di recente bonifica e in aree agricole tradizionali dove, per effetto dell'irrigazione alle colture agricole circostanti il pioppeto, il livello dell'acqua nel suolo risale in maniera significativa e si mantiene all'incirca costante rispetto al piano di campagna, perlomeno durante la stagione irrigua.

Nel primo caso è molto importante l'entità degli abbassamenti, e purtroppo quelli più marcati si verificano proprio d'estate e quindi la pianta potrà beneficiare della presenza della falda soltanto se questa non scende a livelli inacessibili alle radici.

Nel secondo caso è essenziale che il livello della falda, caratterizzato da scarse oscillazioni, si venga a trovare ad una quota ottimale, con riferimento alle caratteristiche fisiche del terreno. A questo proposito si ritiene che profondità, rispetto al piano di campagna, di 1-1,50 m in terreni sabbiosi, di 1,50-2,50 m in terreni franchi e di 2,50-3 m in terreni argillosi (tenuto conto del fatto che la frangia capillare risale di pochi centimetri nel primo caso, di circa 1 m nel secondo e per altezze ancora maggiori nel terzo), rappresentino situazioni idonee per lo sviluppo e l'estensione del sistema radicale del pioppo, in terreno con profili liberi da ostacoli particolari.

BIBLIOGRAFIA

Avanzo E., Scaramuzzi G. (1959) - *Observations préliminaires sur l'appareil radiculaire du peuplier dans les plantations en profondeur dans le Delta du Po.* X Sess. FAO/CIP, Venezia-Torino.

Baldini E. (1957) - *Indagini ed osservazioni sul sistema radicale degli agrumi.* Rivista di Agrumicoltura 1-2.

Baldini E., Canu S. (1959) - *Ulteriori indagini sul sistema radicale degli agrumi.* Rivista della Ortoflorofrutticoltura italiana. Anno 84°, XLII, n° 5-6, 234-254.

Bargioni G. (1959) - *Contributo allo studio del sistema radicale del ciliegio nel Veronese.* Rivista della Ortoflorofrutticoltura italiana. Anno 84°, XLII n° 3-4, 99-119.

Bargioni G. (1959) - *Studi e ricerche sul sistema radicale del pesco nel Veronese.* Rivista della Ortoflorofrutticoltura italiana. Anno 84°, XLII, n° 9-10, 400-419.

Bibelriether M. (1968) - *Die Wurzel der Waldbäume.* Berlin, Parey.

Funaioli A. (1967) - *Observation sur le système radiculaire du peuplier euroamericain I-214 dans des sols à mappe phréatique de profondeur different.* XIV IUFRO Kongress, München.

Giordano A. (1959) - *Nota pedologica sui terreni della tenuta Nobili-Nicchetti (Ariano Polesine-Rovigo).* Cellulosa e Carta, 9, 1-5.

Giordano E., Avanzo E., Rossi Marcelli A. (1975) - *Utilisation intégrale du peuplier: observations préalables sur une peupleraie de Populus x euramericana I-214.* XV Sess. FAO/CIP, Roma, FO:CIP/75/30.

Heilman P. (1993) - *Variability of root system of Populus trichocarpa and its hybrids: influence of genetics and soil.* IUFRO Working parties, Viterbo, Italy.

Hubert M. (1973) - *L'enracinement des peupliers.* Bull. Vulg. for., 73/9, 10 p.

Kaspar T.C., Bland W.L. (1992) - *Soil temperature and root growth.* Soil Science, 154 (4), 290-299.

Lucot E., Bruckert S. (1992) - *Organisation du système racinaire du chêne pédunculé (*Quereus robur*) développé en conditions édaphiques non contraiquantes (Sol burn lessivé colluvial).* Ann. Sci. For. 49, 465-479.

Markovic J.T. (1980) - *Produkcija Biolmase Topola* - Populus x euramericana *(Dode) Guinier cl. I-214 u zasadimariazlicite gustine na dva tipa zemljista,* Novi Sad, Knjigo 8.

May S. (1959) - *La tenuta agraria Nobili-Nichetti culla di un originale sistema di coltivazione del pioppo.* Cellulosa e Carta, 9, 3-14.

Riedacker A. (1976) - *Rythmes de croissance et de régénération des racines des végétaux ligneux.* Ann. Sci. For. 33 (3): 109-138.

Riedacker A. (1978) - *Etude de la déviation des racines horizontales et obliques issues de boutures de peuplier qui rencontrent un obstacle: applications pour la conception de conteneurs.* Ann. Sci. For., 35 (1), 1-18.

Rossi Marcelli A., Duranti G., Giulimondi G. (1980) - *Produttività primaria netta del pioppeto.* Pubblicazioni del CSAF di Roma, XIII (3) 203-227.

Smucker A.J.M., Aiken R.M. (1992) - *Dynamic root responses to water deficits.* Soil Science, 154 (4), 281-289.

Appendice

Aggiungo alcune immagini di apparati radicali del pioppo osservati in situazioni e ambienti particolari:

Foto - Radici 033 e 034: radici avventizie formatesi sul tronco di giovani piante di pioppo il cui fusto è stato ricoperto temporaneamente da uno spesso strato di sabbia (alcuni metri).

Foto – Radici 046, Radici 047, Radici 048 e Radici 049: radici di piante di pioppo cresciute in riva ad un canale (in Anatolia Centrale) obbligate a svilupparsi in superficie per mantenersi al di sopra del livello dell'acqua. Si noti la presenza di innesti radicali.