

ARBOR

PERIODICO DI CULTURA, INFORMAZIONE E TECNICA DI ARBORICOLTURA ORNAMENTALE



AGOSTO 2023

Tree Baum Arbol Arbre Arvore Albero



ARBOR

Rivista
della **Società Italiana di Arboricoltura**
membro
dell'**International Society of Arboriculture**

Sede Legale e Organizzativa
Via Giovanni da Sovico 96, 20845 Sovico
(MB)

Presidente

Roberto Gasperoni

Direttore responsabile

Luca Belardinelli

Segreteria

Adelaide Dozio

e-mail: segreteria@isaitalia.org

sito: www.isaitalia.org

Comitato di redazione

Luca Belardinelli, Luana Giordano

segreteria@isaitalia.org

Comitato editoriale

Luca Belardinelli, Roberto Gasperoni,

Luana Giordano

Comitato scientifico

Luca Belardinelli, Luana Giordano

La riproduzione totale o parziale di articoli e illustrazioni pubblicate su ARBOR senza il permesso scritto della SIA è vietata ai sensi e per gli effetti dell'art. 65 della legge n. 633 del 22.4.1941.

ISSN: 2384-9770

Copertina realizzata da: *Castanea sativa* (Corna Imagna, BG); foto di Luana Giordano.

Pubblicità

ARBOR garantisce che la pubblicità sulla rivista è in quantità inferiore al 20%. Per le richieste di inserzione è necessario contattare la redazione: segreteria@isaitalia.org.

Il prezzo relativo ad un passaggio pubblicitario è il seguente:

seconda, terza di copertina € 400,00

mezza pagina interna € 200,00

pagina intera interna € 300,00

quarta di copertina € 500,00

Nel caso di abbonamento annuo si applica uno sconto pari al 20%.

Norme per gli autori

I contributi redatti come articoli originali, revisioni critiche, lettere, commenti o opinioni devono essere inviati, in formato digitale, all'indirizzo arbor@isaitalia.org.

La rivista ARBOR pubblica contributi inerenti all'arboricoltura ornamentale nelle sue diverse applicazioni e poiché è rivolta alla comunità degli Arboricoltori, è opportuno che tutti i contributi mantengano un profilo eminentemente applicativo e pratico, in particolare nell'introduzione e nelle conclusioni, che devono essere redatte con un linguaggio tecnico di facile comprensione. Si richiedono articoli brevi, corretti linguisticamente, nell'esposizione dei dati e nelle citazioni bibliografiche. Le decisioni riguardanti la pubblicazione dei manoscritti si basano su un processo di *peer review* e l'accettazione degli articoli è basata su criteri di originalità, rilevanza, e contenuto scientifico. I contributi saranno sottoposti in forma anonima a due Referenti esperti dell'argomento affrontato. La pubblicazione è subordinata alle decisioni insindacabili della Redazione che si riserva di richiedere agli Autori modifiche e revisioni qualora i lavori non rispondessero alle caratteristiche descritte. La proprietà letteraria degli articoli è riservata alla Rivista ed è consentita la riproduzione, anche parziale, solo previa autorizzazione della Redazione.

La stampa dei lavori è gratuita; non sono previsti estratti. Gli articoli pubblicati verranno inviati agli autori in formato PDF. Tutti i contributi sono volontari per cui non è previsto un compenso. Per tutti i dettagli relativi alla preparazione del manoscritto si rimanda alla versione completa delle norme per gli Autori reperibile sul sito www.isaitalia.org nella sezione "La rivista".

Sommario

3

Editoriale

Belardinelli L., Gasperoni R.

4

Nutrizione minerale, concimazione e irrigazione del pioppo in vivaio

Frison G.

6

Qualità e attecchimento delle piante in ambito urbano

Ferrini F.

42

Bioenergie e biomasse legnose

Piscopo R., Santacroce A.

47

Alberi

Mati F.

51

Valutare la vitalità degli alberi. Guida all'utilizzo del metodo ARCHI

Daina P.

54

ARBOR-Rubriche

ARBOR-INFORMA

Nuovo Codice dei Contratti Pubblici 2023. Come cambiano i prezzi regionali?

Cardiello M.

56

ARBOR-SELECTION

L'impatto delle infrastrutture sui servizi ecosistemici

Endrizzi A.

58

ARBOR-SELECTION

Le infrastrutture blu e verdi nelle città aumentano la connettività degli habitat

Baldini M.

60



ARBOR rivista della Società Italiana di Arboricoltura

Sede Legale e Segreteria Organizzativa: Via Giovanni da Sovico 96, 20845 Sovico (MB)

Tel. +39 3518930640

e-mail: segreteria@isaitalia.org • web: www.isaitalia.org

Editoriale

Luca Belardinelli
Direttore di ARBOR e Consigliere SIA

Cari Soci,

con questo numero di ARBOR prende avvio il mio mandato da Direttore della rivista di Arboricoltura dedicata a voi, raccogliendo un testimone **IMPORTANTE**; importante perché il mio predecessore, Giuseppe Cardiello, e chi lo ha affiancato, hanno dato prova di grande dedizione, interesse e passione regalandoci contributi di grande spessore, competenza ed in assoluta continuità. Sinceramente non è affatto semplice proseguire tale cammino, evitando di far perdere l'attenzione per questa importante forma di divulgazione cara a noi tutti. Ma vi assicuro che il mio impegno sarà massimo!

Passare da lettore a Direttore apre un mondo "nascosto", soprattutto per chi, come me, approccia per la prima volta ad un tale compito. Entrare nella "sala comandi" di una così importante Macchina Divulgativa, un po' intimorisce, vuoi per l'importanza degli Autori e dei loro contributi, vuoi per le attenzioni da dedicare nel reperire argomenti di nostro interesse e organizzarli al fine di soddisfare la curiosità e crescita che tutti ci aspettiamo. Ma vi assicuro che è al contempo emozionante, accrescitivo e stimolante. Cercherò di spaziare nei vari ambiti dell'arboricoltura, mantenendomi pertinente, ma cercando di offrire la più ampia pluralità di vedute, anche nel medesimo argomento, perché sono fermamente convinto che soltanto dall'ascolto e confronto ci sia possibilità di crescita! L'arboricoltura deve crescere in tutte le sue forme e componenti per farsi comprendere e apprezzare, anche e soprattutto, fuori dai panorami associativi.

Sarà un piacere ricevere vostre impressioni, suggerimenti e, perché no, critiche purché costruttive! Stiamo studiando anche delle novità di cui parleremo nei prossimi numeri.

Roberto Gasperoni
Presidente SIA

L'inizio di un nuovo mandato del Consiglio Direttivo della Società Italiana di Arboricoltura mi ha spinto, nel momento stesso in cui mi sono candidato alla presidenza, a proporre una sintesi del panorama complessivo dell'arboricoltura, da portare come contributo alle decisioni da prendere e come spunto per il programma di lavoro della SIA. Non credo sia utile fare qui una sintesi della sintesi, perché la mappa concettuale è già disponibile in allegato al verbale della prima riunione del Consiglio Direttivo del 27 aprile scorso, pubblicato nell'apposita sezione del sito della SIA.

Vorrei, invece, utilizzare questo mio primo intervento su ARBOR per riferirmi agli ormai sempre più frequenti e recentissimi eventi atmosferici estremi che hanno provocato la caduta di alberi, branche e rami, con danni a persone e cose in varie parti d'Italia. Il 3 agosto scorso, nell'ambito della firma di un documento intitolato "Appello per il Mediterraneo" tra cinque capi di Stato di Paesi dell'UE affacciati sul Mediterraneo, il Presidente della Repubblica Sergio Mattarella ha parlato esplicitamente di "crisi climatica" e non più soltanto di "cambiamento climatico". È risaputo che la Presidenza della Repubblica Italiana è un organo costituzionale che può accedere ai livelli più elevati delle conoscenze scientifiche disponibili; perciò, il Presidente può esprimersi a ragion veduta, soprattutto in consessi ufficiali e su temi tuttora controversi.

Perciò non ho dubbi che, nel mio piccolo, posso esprimermi nella stessa direzione, collegando alla crisi climatica i fenomeni atmosferici che causano, sempre con maggiore frequenza, la caduta di alberi, con danni a persone e cose, oltre alla perdita degli alberi stessi. Purtroppo, tali fenomeni accompagneranno sempre più spesso la nostra attività professionale e lavorativa, oltre che personale e familiare.

Tra tante realtà associative, imprenditoriali e istituzionali, la nostra Associazione ha, al suo interno, tante competenze per perseguire obiettivi ambiziosi: non solo rendere i patrimoni arborei delle nostre città più sicuri e resilienti alla crisi climatica, ma anche pianificare i patrimoni arborei futuri, ed iniziare a realizzarli da oggi.

Siamo pronti per questa sfida? Per stimolare la ricerca e la sperimentazione, da una parte, offrendo le nostre conoscenze sul campo, e per spingere le amministrazioni ed anche i tecnici pubblici in questa direzione? Per rispondere a questa sfida verrà avviata, già dal prossimo numero di ARBOR, una rubrica dedicata a questo argomento.

Per tutti gli aggiornamenti seguitemi sui vari canali social della SIA o tramite il sito ufficiale www.isaitalia.org.

Nutrizione minerale, concimazione e irrigazione del pioppo in vivaio

Giuseppe Frison

Ricercatore in pensione dell'Unità di Ricerca per le Produzioni Fuori Foresta del Consiglio Nazionale per la Ricerca in Agricoltura (ex Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura dell'Ente Nazionale Cellulosa e Carta)

gi.frison@tiscalinet.it

6

Introduzione

La coltivazione del vivaio di pioppo è stata nel tempo un comparto trascurato dalla ricerca in campo, malgrado venga riconosciuta dagli operatori del settore l'importanza basilare della qualità del materiale vivaistico per il successo del pioppeto. Per rispondere alle continue richieste di informazioni da parte dei pioppicoltori ho pensato di fare una sintesi dei risultati della sperimentazione da me condotta, anche in collaborazione con ricercatori di altri Istituti, negli ultimi trent'anni del secolo scorso.

A metà degli anni '60 è stato avviato un progetto di ricerca concernente la nutrizione minerale del pioppo essendo in quel periodo le conoscenze su questo argomento molto scarse e basate su dati sporadici e poco sicuri. Si è cominciato con la determinazione dei contenuti minerali della pianta tenendo distinte le varie parti (foglie, fusto, rami, radici) e studiandone la variazione in funzione dell'epoca di campionamento e dell'età dei tessuti. Successivamente è stata fatta la valutazione delle asportazioni minerali del pioppo nelle varie fasi colturali (barbatellaio, vivaio, pioppeto) ed è stato studiato il ritmo di assorbimento degli elementi nutritivi nel barbatellaio durante la stagione vegetativa.

Speciale attenzione è stata dedicata alla tecnica di campionamento delle foglie, in

particolare nel pioppeto, allo scopo di mettere a punto un metodo che consentisse di applicare la diagnostica fogliare allo studio della nutrizione minerale del pioppo, sia per meglio interpretare la risposta delle piante alla concimazione, sia per approfondire le conoscenze sui rapporti tra i vari nutrienti nei loro tessuti e sulle variazioni in rapporto alle caratteristiche fisico-chimiche dell'ambiente edafico nel quale vengono coltivate. È stata condotta una vasta sperimentazione sulla concimazione attuando sia prove in vaso che in pieno campo. Le prove in pieno campo sono state fatte sia in vivaio che in piantagione. In vivaio sono state fatte esperienze sia con concimi organici che con concimi minerali confrontando dosi e modalità diverse nella distribuzione di concimi azotati, fosfatici e potassici, cercando spesso di mettere in evidenza anche l'effetto della forma dell'elemento nutritivo contenuto nel fertilizzante (ad esempio per i concimi azotati è stata confrontata la forma ammoniacale con quella nitrica ed ureica). Le prove sono state estese anche all'impiego di fertilizzanti liquidi, distribuiti tramite l'impianto irriguo, per lo studio dell'interazione tra irrigazione e concimazione.

È stato affrontato anche lo studio della possibilità pratica di correggere le carenze nutrizionali, in particolare quella

ferrica, applicando prodotti vari sia per via radicale che per via fogliare.

In stazioni con caratteristiche edafiche diverse, normalmente utilizzate per la coltivazione del vivaio, si è cercato di verificare quale poteva essere la risposta delle piante alla fertilità naturale del terreno in funzione della densità di impianto delle talee.

Tenendo conto delle norme per l'identificazione, verifica e certificazione di garanzia del materiale di propagazione e di impianto dei pioppi sono state confrontate in piantagioni pioppelle appartenenti alle diverse classi di dimensioni previste dalle leggi in vigore (D.M. 8 marzo 1975 e D.L. 386/2003) per valutarne le caratteristiche intrinseche e le differenze qualitative.

Qui di seguito si riassumono brevemente i risultati conseguiti dalla vasta sperimentazione effettuata riguardante il vivaio, rimandando la parte riguardante il pioppeto ad una prossima pubblicazione.

Variazioni del contenuto in elementi nutritivi

Sono stati determinati i contenuti in elementi nutritivi delle piante sia in barbatellaio che in vivaio tenendo separate le varie parti (foglie, rami, fusto; vari settori del fusto; legno e corteccia). Sono state studiate le variazioni dei contenuti minerali nelle varie parti di pianta in funzione dell'epoca di campionamento e dell'età del materiale prelevato.

Barbatellaio (F1R1)

Nel corso della stagione vegetativa sono stati fatti 9 prelievi di campioni di fusti (il legno è stato separato dalla corteccia) e di foglie (di quelle sane e in piena attività e di quelle ingiallite naturalmente). Ai fini del campionamento delle foglie e per meglio valutarne l'età, sono stati considerati separatamente segmenti di fusto, portanti 15 foglie,

numerati progressivamente dal 1° al 6°, procedendo dalla base verso l'apice a mano a mano che il fusto aumentava di altezza. Le foglie gialle sono state raccolte ed analizzate a parte, indipendentemente dal settore di appartenenza.

Nel fusto il tenore di azoto (FIGURA 1 e TABELLA 1), espresso in percentuale sulla sostanza secca, presenta valori fortemente decrescenti nel corso della stagione vegetativa, passando da 1,328 nel legno e 1,924 nella corteccia a fine maggio a punte minime, rispettivamente di 0,265 e 0,983, all'inizio di ottobre. Appare evidente una più netta diminuzione nel legno che nella corteccia. In entrambi si registra però un fortissimo aumento ai primi di novembre.

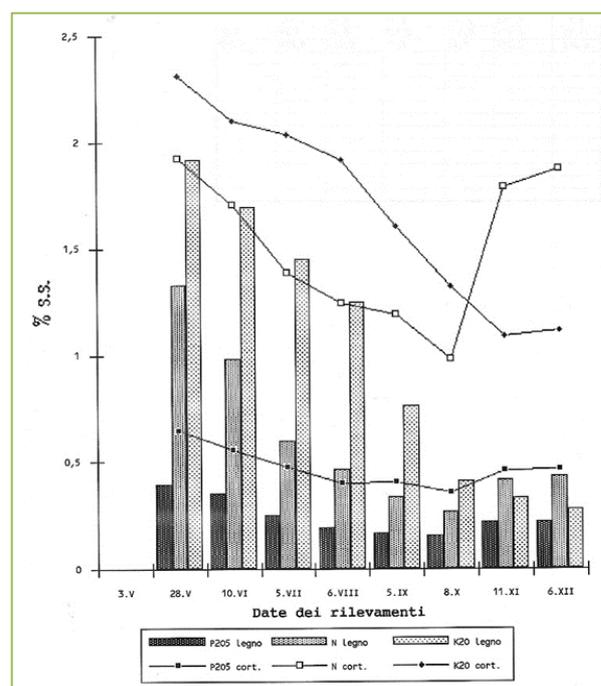


FIGURA 1 - Variazioni stagionali dei contenuti minerali (% s.s.) nel legno e nella corteccia di barbatelle del clone I-214.

Analogamente a quanto già visto per l'azoto, il contenuto percentuale in fosforo, espresso come P_2O_5 , presenta un andamento nettamente e regolarmente decrescente nel corso della stagione vegetativa, passando, rispettivamente nel legno e nella corteccia, da valori di 0,394 e

di 0,645 a fine maggio a punte minime di 0,155 e di 0,360 all'inizio di ottobre. Ai primi di novembre si rileva un netto aumento del tenore in fosforo sia nel legno sia nella corteccia. L'entità di accumulo di questo elemento appare proporzionalmente inferiore a quella dell'azoto. Il contenuto percentuale in potassio, espresso in K_2O , presenta valori decrescenti, sia nel legno sia nella corteccia, dall'inizio alla fine della stagione vegetativa.

TABELLA 1 - Variazioni stagionali dei contenuti minerali (% s.s.) nel legno e nella corteccia di barbatelle del clone I-214.

Date dei rilevamenti	N (%)		P ₂ O ₅ (%)		K ₂ O (%)	
	Legno	Corteccia	Legno	Corteccia	Legno	Corteccia
3-5	3,287		1,470		1,875	
28-5	1,328	1,924	0,394	0,645	1,919	2,312
10-6	0,981	1,706	0,352	0,555	1,698	2,101
5-7	0,599	1,387	0,250	0,475	1,450	2,034
6-8	0,463	1,241	0,194	0,401	1,247	1,920
5-9	0,335	1,188	0,165	0,407	0,761	1,606
8-10	0,265	0,983	0,155	0,360	0,410	1,320
11-11	0,417	1,790	0,217	0,460	0,333	1,090
6-12	0,430	1,879	0,219	0,465	0,280	1,112

Nelle foglie il contenuto percentuale di azoto in ogni epoca è massimo in quelle più giovani, diminuisce con l'avanzare della stagione vegetativa in ciascun settore considerato e presentata punte minime nelle foglie ingiallite o cadute naturalmente. In foglie di età comparabile, ma prelevate in epoche diverse, il tenore di azoto non presenta fluttuazioni ragguardevoli. L'influenza dell'epoca risulta decisamente meno importante dell'età fisiologica delle foglie ai fini del loro contenuto in azoto (FIGURA 2 e TABELLA 2).

Nelle foglie il contenuto percentuale in fosforo (TABELLA 3), in ogni epoca, presenta valori massimi in quelle più giovani, diminuisce con l'aumentare della loro età fisiologica e presenta punte minime in quelle cadute naturalmente. Per foglie di età comparabile, ma

campionate in epoche diverse della stagione vegetativa, si notano delle fluttuazioni modeste, analogamente a quanto già constatato per l'azoto.

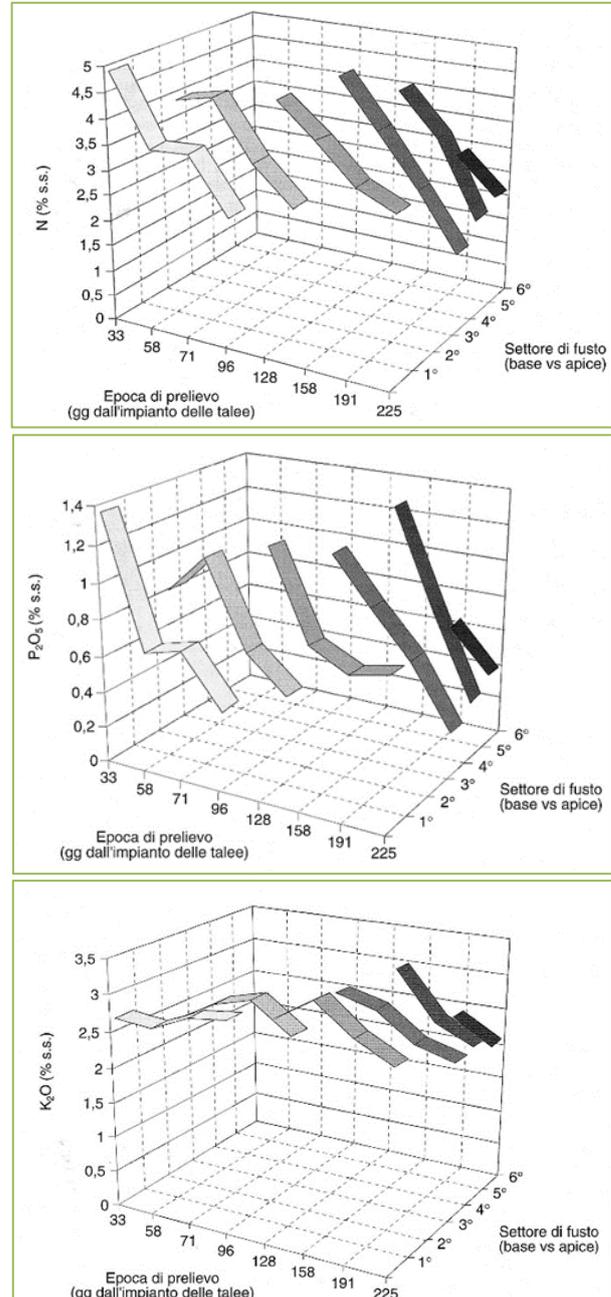


FIGURA 2 - Variazioni del contenuto in N, P₂O₅ e K₂O delle foglie raccolte da barbatelle e ripartite in funzione dell'età, della posizione sul fusto e dell'epoca di prelievo espressa in giorni dall'impianto delle talee.

TABELLA 2 - Variazioni del contenuto in N delle foglie raccolte da barbatelle e ripartite in funzione dell'età, della posizione sul fusto e dell'epoca di prelievo espressa in giorni dall'impianto delle talee.

Date dei rilevamenti	gg dallo impianto delle talee	CONTENUTO IN N (% di sostanza secca) NELLE FOGLIE						Media ponderata	Foglie cadute naturalmente
		I	II	III	IV	V	VI		
3. 5.1968	33	4,882	—	—	—	—	—	4,882	—
28. 5.1968	58	3,526	4,234	—	—	—	—	3,906	1,803
10. 6.1968	71	3,560	4,393	—	—	—	—	4,169	1,693
5. 7.1968	96	2,479	3,287	4,267	—	—	—	3,460	1,746
6. 8.1968	128	—	2,571	3,609	4,627	—	—	3,834	1,792
5. 9.1968	158	—	—	2,862	3,700	4,294	—	3,527	1,560
8.10.1968	191	—	—	2,498	2,681	3,468	2,898	3,101	1,763
11.11.1968	225	—	—	—	1,578	1,946	2,162	1,971	1,455
6.12.1968	—	—	—	—	—	—	—	—	1,680

TABELLA 3 - Variazioni del contenuto in P₂O₅ delle foglie raccolte da barbatelle e ripartite in funzione dell'età, della posizione sul fusto e dell'epoca di prelievo espressa in giorni dall'impianto delle talee.

Date dei rilevamenti	gg dallo impianto delle talee	CONTENUTO IN P ₂ O ₅ (% di sostanza secca) NELLE FOGLIE						Media ponderata	Foglie cadute naturalmente
		I	II	III	IV	V	VI		
3. 5.1968	33	1,360	—	—	—	—	—	1,360	—
28. 5.1968	58	0,650	0,930	—	—	—	—	0,800	0,371
10. 6.1968	71	0,704	1,135	—	—	—	—	1,019	0,368
5. 7.1968	96	0,423	0,668	1,168	—	—	—	0,773	0,357
6. 8.1968	128	—	0,474	0,672	1,108	—	—	0,815	0,341
5. 9.1968	158	—	—	0,556	0,850	1,331	—	0,848	0,237
8.10.1968	191	—	—	0,603	0,600	0,809	0,639	0,712	0,356
11.11.1968	225	—	—	—	0,247	0,327	0,400	0,341	0,239
6.12.1968	—	—	—	—	—	—	—	—	0,328

Il tenore di potassio (TABELLA 4) diminuisce con l'aumentare dell'età fisiologica nelle foglie dei settori apicali (IV, V, VI), mentre in quelle dei settori basali (I, II, III) segue dapprima, per periodi di lunghezza variabile a seconda del settore, un andamento crescente per poi diminuire con l'avanzare della stagione vegetativa. Nelle foglie cadute naturalmente esso è sempre più basso che in quelle ancora presenti sulla pianta. Nei vari campionamenti di regola il contenuto risulta più elevato nelle foglie dei settori apicali, a luglio in quelle del settore mediano, mentre a maggio, a giugno e a novembre non denuncia differenze settoriali evidenti.

TABELLA 4 - Variazioni del contenuto in K₂O delle foglie raccolte da barbatelle e ripartite in funzione dell'età, della posizione sul fusto e dell'epoca di prelievo espressa in giorni dall'impianto delle talee.

Date dei rilevamenti	gg dallo impianto delle talee	CONTENUTO IN K ₂ O (% di sostanza secca) NELLE FOGLIE						Media ponderata	Foglie cadute naturalmente
		I	II	III	IV	V	VI		
3. 5.1968	33	2,652	—	—	—	—	—	2,652	—
28. 5.1968	58	2,624	2,581	—	—	—	—	2,601	2,415
10. 6.1968	71	2,844	2,881	—	—	—	—	2,871	2,315
5. 7.1968	96	2,910	3,021	2,623	—	—	—	2,907	2,275
6. 8.1968	128	—	2,625	2,951	2,901	—	—	2,869	2,178
5. 9.1968	158	—	—	2,531	2,757	3,183	—	2,767	2,135
8.10.1968	191	—	—	2,244	2,382	2,541	2,428	2,464	2,013
11.11.1968	225	—	—	—	2,220	2,261	2,110	2,218	2,136
6.12.1968	—	—	—	—	—	—	—	—	2,348

Vivaio F1R1

La ricerca è stata ripetuta in vivaio ma in maniera semplificata. È stato fatto un campione unico per le foglie presenti e per i fusti, separando per le analisi chimiche il legno dalla corteccia. Nella seconda parte della stagione vegetativa sono stati analizzati anche i rami anticipati senza separare il legno dalla corteccia.

A grandi linee i valori e le variazioni riscontrati nelle foglie, nel legno e nella corteccia delle piantine del vivaio durante la prima stagione vegetativa, per tutti e tre gli elementi nutritivi analizzati, confermano quelli rilevati nelle piantine del barbatellaio (FIGURA 3 e TABELLE 5, 6 e 7). Nelle foglie cadute naturalmente (FIGURA 3), i tenori risultano decrescenti nei mesi primaverili e nettamente crescenti in quelli estivi per tutti e tre gli elementi nutritivi, in particolare per il potassio. I contenuti minerali dei rami anticipati non sembrano molto diversi da quelli del fusto, anche se un confronto preciso non può essere fatto, data la diversa percentuale di corteccia, dovuta alle loro minori dimensioni (dati non riportati in FIGURA 3).

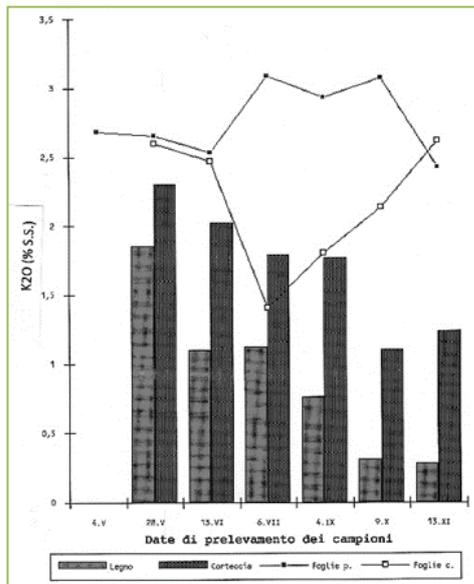
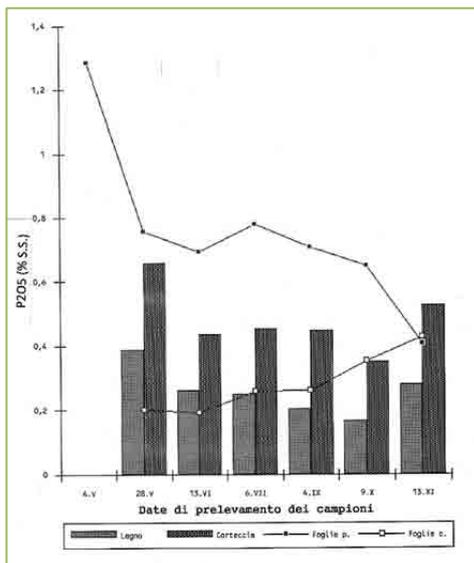
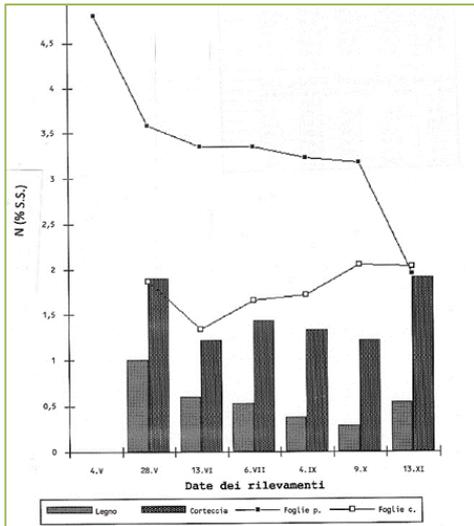


FIGURA 3 - Variazioni del contenuto in N, P₂O₅ e K₂O (% s.s.) nelle diverse parti epigee di pioppelle nel corso del primo anno di vivaio.

TABELLA 5 - Variazioni del contenuto in N (% s.s.) nelle diverse parti epigee di pioppelle nel corso del primo anno di vivaio.

Parte di pianta	Date dei rilevamenti						
	4 .V	28 .V	13 .VII	6 .VIII	4 .IX	9 .X	13.XI
Fusto:							
a) legno							
b) corteccia	2,460	1,003	0,593	0,523	0,370	0,286	0,541
Rami laterali	-	-	-	0,947	0,632	0,728	1,127
Foglie							
I) presenti:							
a) del fusto	4,802	3,587	3,350	3,547	3,136	3,293	2,055
b) dei rami	-	-	-	3,158	3,310	3,070	1,836
II) cadute	-	1,870	1,339	1,650	1,714	2,046	2,027

TABELLA 6 - Variazioni del contenuto in P₂O₅ (% s.s.) nelle diverse parti epigee di pioppelle nel corso del primo anno di vivaio.

Parte di pianta	Date dei rilevamenti						
	4 .V	28 .V	13 .VII	6 .VIII	4 .IX	9 .X	13.XI
Fusto:							
a) legno							
b) corteccia	1,380	0,387	0,262	0,258	0,203	0,165	0,280
Rami laterali	-	-	-	0,456	0,446	0,330	0,526
Foglie							
I) presenti:							
a) del fusto	1,286	0,756	0,691	0,711	0,680	0,660	0,439
b) dei rami	-	-	-	0,849	0,735	0,618	0,375
II) cadute	-	-	0,191	0,260	0,263	0,354	0,425

TABELLA 7 - Variazioni del contenuto in K₂O (% s.s.) nelle diverse parti epigee di pioppelle nel corso del primo anno di vivaio.

Parte di pianta	Date dei rilevamenti						
	4 .V	28 .V	13 .VII	6 .VIII	4 .IX	9 .X	13.XI
Fusto:							
a) legno							
b) corteccia	1,876	1,856	1,102	1,120	0,769	0,315	0,286
Rami laterali	-	-	-	1,783	1,769	1,103	1,232
Foglie							
I) presenti:							
a) del fusto	2,683	2,658	2,533	2,903	2,705	2,990	2,440
b) dei rami	-	-	-	3,279	3,168	3,160	2,436
II) cadute	-	-	2,713	1,406	1,802	2,141	2,620

Vivaio F2R2

Nel vivaio al secondo anno di coltivazione, per studiare le variazioni dei contenuti minerali, sono stati fatti 9 campionamenti nel corso della stagione vegetativa suddividendo il fusto in settori e considerando separatamente il legno dalla corteccia. La ripartizione del fusto, nel senso dell'altezza, è stata fatta

indicando con 2 la parte che andava maturando il secondo anno di accrescimento (ulteriormente suddivisa in 2b la parte basale e 2a la parte apicale) e con 1 la parte in accrescimento in altezza nell'anno di campionamento (a sua volta suddiviso in 2b parte basale e 2a parte apicale). Per quanto riguarda i rami sono stati considerati separatamente quelli formati nel primo anno di vegetazione da quelli formati nel secondo, senza però distinguere il legno dalla corteccia. I risultati delle analisi dimostrano che il contenuto dei tre elementi nutritivi è sempre molto più elevato nella corteccia che nel legno e che in entrambi i tessuti presenta un andamento crescente dalla base verso l'apice della pianta (FIGURA 4).

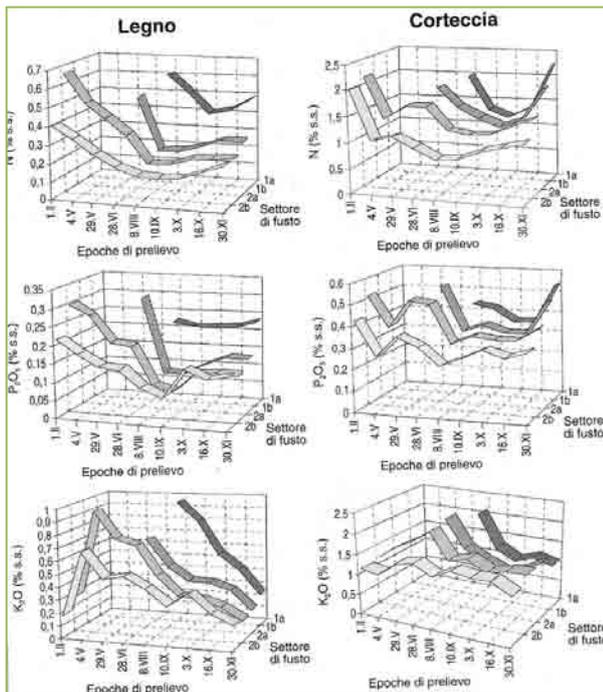


FIGURA 4 - Variazioni del contenuto in N, P₂O₅ e K₂O nel legno e nella corteccia del fusto di pioppelle nel corso del secondo anno di vivaio. Ripartizione del fusto nel senso dell'altezza (dalla base verso l'apice): 2 = settore formatosi nei due anni, 1 = settore dell'anno, b = parte basale, a = parte apicale, per i due settori.

Qualche eccezione a questa regola presenta il contenuto in potassio a

cominciare dalla tarda estate, quando rallenta la crescita. A quest'epoca per il contenuto in potassio nella corteccia si nota un'inversione di tendenza con valori decrescenti dalla base verso l'apice della pianta. I contenuti minerali nei rami di due anni risultano più bassi che in quelli di uno. Per i contenuti in elementi nutritivi delle foglie si può confermare quanto già osservato nelle ricerche precedenti.

Le variazioni stagionali dei tenori in N, P₂O₅ e K₂O nel legno e nella corteccia del fusto, nell'insieme risultano più marcate nei settori apicali che in quelli basali, in particolare della corteccia. Soprattutto i contenuti in azoto e fosforo nel legno presentano un andamento decrescente fino ai primi di agosto, con netta tendenza a salire successivamente in particolare nel periodo corrispondente alla caduta delle foglie (FIGURA 4 e TABELLE 8, 9 e 10).

TABELLA 8 - Variazioni del contenuto in N (% s.s.) nelle diverse parti della pianta nel corso del secondo anno di vegetazione in vivaio.

Parte di pianta	Date dei rilevamenti										
	I . II	4 . V	29 . V	28.VI.	8 . VIII	10 . IX	3 . X	16 . X	30 . XI		
Fusto:											
legno 2b	0,400	0,331	0,256	0,197	0,154	0,152	0,258	0,199	0,240		
2a	0,654	0,493	0,437	0,329	0,184	0,162	0,220	0,229	0,225		
1b	-	-	-	0,508	0,213	0,200	0,253	0,291	0,288		
1a	-	-	-	-	0,314	0,314	0,402	0,427	0,490		
cort. 2b	2,004	1,036	1,133	0,944	0,760	0,771	0,941	1,064	1,141		
2a	2,113	1,340	1,609	1,608	1,174	1,110	1,130	1,315	1,468		
1b	-	-	-	1,872	1,518	1,308	1,155	1,323	1,918		
1a	-	-	-	-	1,992	1,353	1,185	1,403	2,275		
Rami lat.											
2	-	0,378	0,866	-	-	0,502	-	-	0,974		
1	-	2,091	1,625	-	-	0,977	-	-	-		
Foglie											
a) presenti	-	4,261	3,730	3,651	-	-	2,718	2,721	-		
b) cadute	-	-	-	2,098	1,751	-	2,046	2,969	-		

Nella corteccia (FIGURA 4), per entrambi gli elementi nutritivi, dopo una netta diminuzione dei contenuti in corrispondenza dell'avvio della vegetazione, si ha un evidente aumento a maggio, seguito da una diminuzione nei due mesi successivi; a fine estate i tenori tornano ad aumentare, in particolare in corrispondenza della caduta delle foglie anche nei settori apicali. Il tenore in potassio aumenta all'avvio della

vegetazione per poi diminuire durante tutto il periodo vegetativo sia nel legno che nella corteccia.

TABELLA 9 - Variazioni del contenuto in P₂O₅ (% s.s.) nelle diverse parti della pianta nel corso del secondo anno di vegetazione in vivaio.

Tab. 9 VARIAZIONI DEL CONTENUTO IN P ₂ O ₅ IN DIVERSE PARTI DI PIANTA NEL CORSO DEL SECONDO ANNO DI VEGETAZIONE IN VIVAIO (% sulla sostanza secca).										
Parte di pianta	Date dei rilevamenti									
	I . II	4 . V	29 . V	28.VI.	8 . VIII	10 . IX	3 . X	16.X	30 . XI	
Fusto:										
legno										
2b	0,215	0,175	0,146	0,141	0,095	0,072	0,152	0,130	0,139	
2a	0,294	0,265	0,193	0,184	0,083	0,069	0,122	0,125	0,122	
1b	-	-	-	0,304	0,098	0,096	0,126	0,147	0,149	
1a	-	-	-	-	0,323	0,332	0,235	0,238	0,235	
cort.										
2b	0,423	0,262	0,359	0,316	0,234	0,275	0,317	0,287	0,318	
2a	0,515	0,368	0,500	0,486	0,307	0,348	0,335	0,332	0,389	
1b	-	-	-	0,546	0,336	0,369	0,336	0,336	0,490	
1a	-	-	-	-	0,439	0,424	0,361	0,366	0,543	
Rami lat.										
2	-	0,221	0,389	-	0,166	-	-	-	0,287	
1	-	0,757	0,608	-	0,412	-	-	-	-	
Foglie										
a) presenti	-	1,089	0,775	0,741	-	-	0,637	0,521	-	
b) cadute	-	-	0,320	0,207	-	-	0,422	0,296	-	

TABELLA 10 - Variazioni del contenuto in K₂O (% s.s.) nelle diverse parti della pianta nel corso del secondo anno di vegetazione in vivaio.

Tab. 10 VARIAZIONI DEL CONTENUTO IN K ₂ O IN DIVERSE PARTI DI PIANTA NEL CORSO DEL SECONDO ANNO DI VEGETAZIONE IN VIVAIO (% sulla sostanza secca).										
Parte di pianta	Date dei rilevamenti									
	I . II	4 . V	29 . V	28.VI.	8 . VIII	10 . IX	3 . X	16.X	30 . XI	
Fusto:										
legno										
2b	0,172	0,671	0,473	0,502	0,419	0,297	0,401	0,260	0,183	
2a	0,263	0,942	0,735	0,686	0,464	0,317	0,302	0,247	0,159	
1b	-	-	-	0,686	0,486	0,374	0,369	0,351	0,177	
1a	-	-	-	-	0,597	0,806	0,549	0,436	0,240	
cort.										
2b	1,104	1,044	1,394	1,491	1,235	1,468	1,405	1,421	1,162	
2a	1,164	1,483	1,702	2,020	1,385	1,504	1,258	1,366	1,382	
1b	-	-	-	2,120	1,441	1,204	1,030	1,132	1,391	
1a	-	-	-	-	2,114	1,295	1,045	1,200	1,073	
Rami lat.										
2	-	0,903	1,323	-	-	0,903	-	-	0,705	
1	-	0,802	1,243	-	-	1,524	-	-	-	
Foglie										
a) presenti	-	3,311	3,050	2,850	-	-	2,978	3,117	-	
b) cadute	-	-	-	2,607	2,400	-	0,802	2,500	-	

Confronto clonale

Per approfondire l'argomento della traslocazione degli elementi nutritivi dalle foglie al fusto, sui cloni I-214 e I 45\51, è stata fatta un'ulteriore indagine considerando, per i quattro settori già detti del fusto, sempre separatamente il legno dalla corteccia. A tale scopo i campioni sono stati prelevati all'inizio di agosto e a fine novembre, cioè nei periodi in cui, nelle indagini precedenti, i nutrienti si trovavano rispettivamente ai valori minimi e massimi.

I risultati delle analisi (FIGURA 5) dimostrano che le quantità di accumulo sono molto importanti per l'azoto e per il

fosforo, hanno scarsa consistenza per il potassio, mentre il calcio si accumula nelle foglie e viene eliminato con la loro caduta.

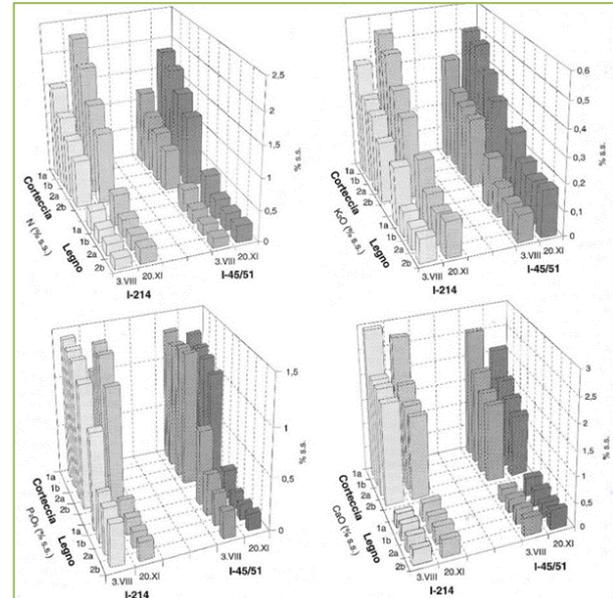


FIGURA 5 - Variazioni stagionali del contenuto in N, P₂O₅, K₂O e CaO nel legno e nella corteccia del fusto, ripartito in 4 settori dalla base verso l'apice, come in FIGURA 4, di pioppelle F2R2 dei cloni I-214 e I-45/51.

Asportazioni minerali

Barbatellaio. Un'idea sull'entità delle asportazioni minerali, determinata sulla base della biomassa prodotta e dei valori medi dei contenuti dei vari nutrienti, rilevati nel fusto e nelle radici a fine stagione vegetativa e nelle foglie dopo la loro caduta, si può avere dai dati ricavati per barbatellaio normale (F1R1), ceduo (F1R2) e per il vivaio (F2R2).

La ripartizione della biomassa tra le varie parti di pianta considerate è illustrata nella parte superiore della FIGURA 6. La stessa figura, nella parte inferiore, illustra invece la ripartizione percentuale degli elementi nutritivi tra foglie, fusto e radici. Si noti come le foglie, pur rappresentando soltanto circa un quarto della biomassa prodotta, coinvolgono dal 40 al 50% di tutto l'N, il K₂O e il CaO assorbiti. La percentuale di P₂O₅ risulta inferiore,

oscillando dal 33 al 27% del totale assorbito, rispettivamente nel barbatellaio normale e in quello ceduato. Poiché le foglie e parte delle radici rimangono nel vivaio, dove vengono interrate con l'aratura, i quantitativi di nutrienti asportati sono relativi alle parti di pianta effettivamente allontanate dal campo. Questi quantitativi rappresentano il 45% per l'N, il 50% per P₂O₅, 40% per K₂O e 41% per CaO di quelli totali assorbiti.

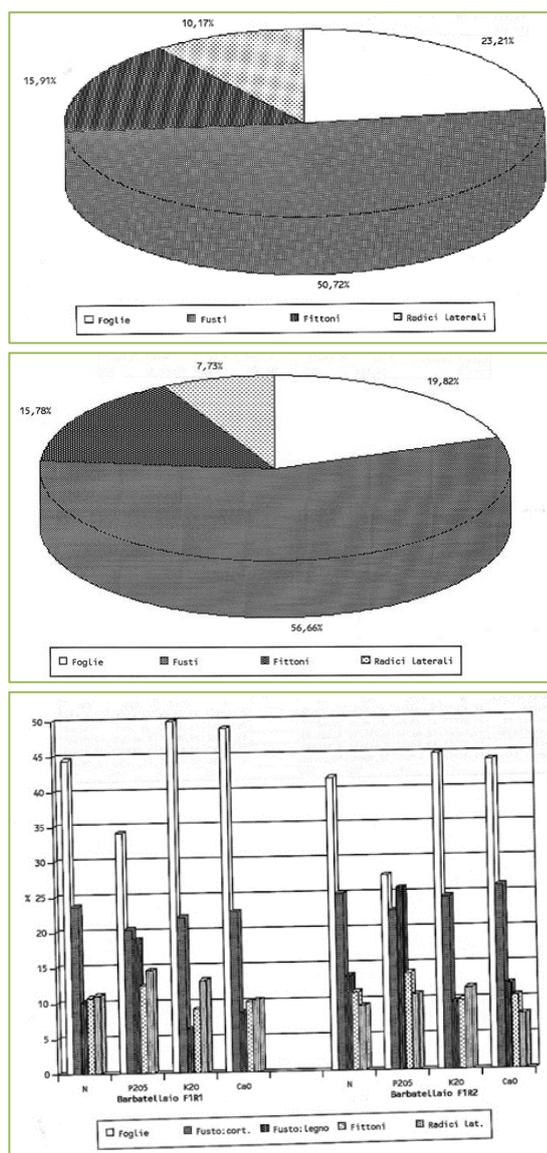


FIGURA 6 - Ripartizione percentuale tra le varie parti di pianta della sostanza secca prodotta nel barbatellaio F1R1 (in alto), F1R2 (in mezzo) e degli elementi nutritivi assorbiti nel corso della prima e della seconda stagione vegetativa (clone I-214).

Le asportazioni minerali, per nulla trascurabili, possono essere considerate equivalenti a quelle medie delle più comuni coltivazioni erbacee. Il fabbisogno in azoto in realtà è un po' più elevato, se si tiene conto che certamente una parte di quello ritornato al terreno attraverso le foglie e le radici va soggetto a fenomeni microbiologici di denitrificazione, oltretutto, di dilavamento, particolarmente temibili nei terreni sabbiosi. I fabbisogni del barbatellaio (F1R2), cioè dopo la ceduazione, data la maggior produzione in termini di biomassa, è più o meno proporzionalmente superiore a quella del barbatellaio normale (F1R1), non tanto per l'N quanto per le altre sostanze nutritive considerate e in particolare la P₂O₅.

Vivaio. Mediamente un ettaro di vivaio produce una quantità di sostanza secca (biomassa) pari a circa 30 tonnellate in due anni, di cui circa un terzo al primo anno. Circa il 22% della biomassa è rappresentata dalle foglie, il 63% da fusti e fittoni, l'11,4% da rami laterali e il 4,3% da radici laterali. Il contenuto di elementi nutritivi nella sostanza secca varia entro limiti ampi sia tra le diverse parti di pianta (foglie, fusto, rami, radici) sia nell'ambito di ciascuna di queste, in funzione dell'età dei tessuti, della fertilità della stazione, del clone, ecc. Ai fini della determinazione delle asportazioni minerali sono stati utilizzati dati medi rilevati a fine stagione vegetativa. Anche per il vivaio è stata fatta la ripartizione percentuale dell'entità dei nutrienti nelle varie parti di pianta. Parte della biomassa prodotta (le foglie, i rami e circa il 50% delle radici) rimane in campo e viene incorporata nel terreno con le lavorazioni. I fusti e parte dell'apparato radicale, pari a circa il 75% della biomassa prodotta, vengono asportati.

Fatta questa premessa, orientativamente si può ritenere che le quantità di sostanze nutritive effettivamente asportate in un biennio, mediamente, siano dell'ordine di 130-150 kg/ha di N, 40-60 di P₂O₅, 100-120 di K₂O.

Ritmo di assorbimento di elementi nutritivi in barbatellaio

Anche i ritmi di assorbimento dei principali elementi nutritivi del pioppo in vivaio costituiscono elementi utili, assieme alla conoscenza delle caratteristiche del suolo, per orientare nel modo migliore l'intervento fertilizzante. In barbatellaio, ad esempio, è stato rilevato che all'inizio di agosto, ad una produzione di biomassa corrispondente al 45% del totale annuo, l'assorbimento dell'azoto aveva già raggiunto il 72%, quello del fosforo il 66% e quello del potassio addirittura l'85% del totale. L'azoto, il fosforo e in particolare il potassio, vengono quindi assorbiti precocemente e da ciò deriva una utilizzazione particolarmente intensa di questi elementi da parte delle piante giovani (FIGURA 7).

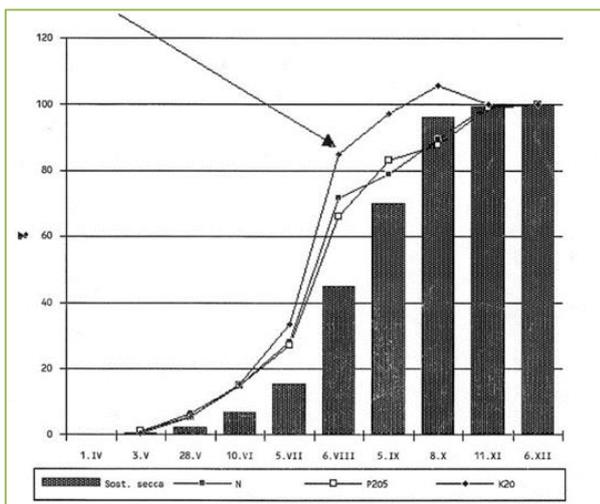


FIGURA 7 - Ritmo di assorbimento di elementi nutritivi in relazione alla sostanza secca prodotta dalle barbatelle nel corso della stagione vegetativa.

Un periodo precoce di massimo assorbimento è stato rilevato anche per il

vivaio non soltanto per il primo anno di vegetazione, per molti versi comparabile al barbatellaio, ma anche per il secondo.

La variabilità riscontrata nel contenuto in elementi nutritivi nelle diverse fasi delle piante e, nell'ambito di ciascuna di queste, nel corso della stagione vegetativa, rende difficile peraltro stabilire in modo univoco i rapporti nei quali detti elementi debbono essere distribuiti, soprattutto se si considera che bisogna anche tener conto delle disponibilità nutrizionali del terreno.

Le ricerche di cui sopra forniscono interessanti informazioni anche ai fini della fertilizzazione. Tuttavia, ai fini pratici, esse sono state opportunamente integrate con prove di concimazione condotte in ambienti pedoclimatici differenti e anche con diversi cloni essendo, ovviamente, la produzione di sostanza secca e la relativa composizione minerale variabili da clone a clone ed influenzata dalla costituzione fisico-chimica del terreno, dalle pratiche colturali in particolare dall'irrigazione, dall'andamento climatico e dalle eventuali avversità di natura patologica.

Concimazione del barbatellaio e del vivaio

Barbatellaio. È stato fatto un esperimento che si proponeva di mettere in evidenza, in un barbatellaio ceduo, le conseguenze del depauperamento del terreno e del deperimento delle ceppaie sull'idoneità degli astoni alla produzione di talee. Il barbatellaio è stato costituito su due appezzamenti attigui della superficie di circa 1350 m² ciascuno, con terreno omogeneo per tipo di profilo e per caratteristiche fisico-chimiche (TABELLA 11). Uno degli appezzamenti è stato depauperato sia prima dell'impianto delle talee, coltivandolo per un biennio con saggina, sia durante l'allevamento delle piantine, durato per un decennio, asportando periodicamente le foglie a

mano a mano che cadevano. Ovviamente non è mai stata fatta alcuna concimazione. Nell'altro appezzamento nel biennio preimpianto è stata coltivata erba medica e nel decennio successivo sono state interrate tutte le foglie e sono state eseguite regolari fertilizzazioni. Per studiare l'effetto della ceduzione annuale del barbatellaio sulla mortalità delle ceppaie e sulle caratteristiche del materiale di propagazione del clone I-214, clone per il quale la pratica sembrava avere conseguenze non molto marcate, l'esperienza è stata condotta dal 1969 al 1978 presso l'ISP a Casale Monferrato.

TABELLA 11 - Caratteristiche fisiche e chimiche del terreno concimato (a) e di quello depauperato (b) emerse dalle analisi effettuate. Contenuti in N, P₂O₅ e K₂O (% sulla s. s.) nei fusti di barbatelle allevate su terreno concimato e depauperato.

	1966		1968		1970		1972		1973	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Sabbia grossa %	5,11	6,35								
Sabbia fine %	81,89	82,66								
Limo %	10,32	8,11								
Argilla %	2,68	2,88								
Reazione in pH	7,90	7,95	7,85	7,90	7,90	7,85	7,85	7,90	7,95	7,80
Calcare totale %	5,10	5,15	5,06	5,00	5,00	4,95	5,06	5,06	4,73	4,73
C organico %	0,670	0,655	0,665	0,650	0,650	0,600	0,641	0,585	0,708	0,531
Humus (C org. × 1,724)	1,155	1,129	1,146	1,120	1,121	1,034	1,105	1,008	1,220	0,917
N (Kjeldahl) %	0,070	0,070	0,070	0,068	0,072	0,065	0,070	0,060	0,074	0,052
Rapporto C/N	9,57	9,36	9,50	9,55	9,02	9,23	9,15	9,75	9,56	9,11
K ₂ O assimilabile p.p.m.	37	35	39	33	45	30	55	25	70	22
P ₂ O ₅ totale ‰	1,310	1,305	1,315	1,280	1,350	1,260	1,431	1,212	1,329	1,259

Da entrambi gli appezzamenti gli astoni, ricavati con la ceduzione annuale, sono stati asportati e utilizzati per la produzione di talee. In questa sede ci si limita a riassumere i risultati conseguiti riguardanti il peso fresco dei polloni, la loro frequenza nelle varie classi diametriche, i loro contenuti minerali, la resa in talee dei due appezzamenti e la mortalità annuale delle ceppaie.

Va subito detto che la produzione dei polloni, espressa in peso fresco per ettaro, è risultata molto superiore nell'appezzamento concimato rispetto a quello depauperato (FIGURA 8). Nel 1969, anno dell'impianto, la produzione ha raggiunto valori che possono essere considerati normali ma

poi è andata aumentando non soltanto con la prima ceduzione (1970) ma anche con la seconda (1971) e addirittura con la terza (1972) per decrescere gradatamente a cominciare dalla quarta ceduzione e fino alla nona. Da notare che la produzione è scesa al livello del primo anno soltanto al decimo, cioè dopo nove ceduzioni. Nel terreno depauperato la produzione, già modesta al primo anno, è aumentata con la prima ceduzione ma è calata nettamente già alla seconda, scendendo successivamente a valori spesso inferiori a quello del primo anno.

Tra le due parcelle non sono state rilevate differenze significative né sull'attecchimento delle talee, risultato mediamente del 95%, né sulla mortalità delle ceppaie, che è andata progressivamente aumentando negli anni: mediamente è risultata del 14% (fallanze incluse) nel 1970, dopo la prima ceduzione, è salita cumulativamente al 28% nel 1971, al 39% nel 1972, al 50% nel 1973, al 57% nel 1974, al 71% nel 1975, al 77% nel 1976, all'82% nel 1977 e all'84% nel 1978, sempre rispetto al numero di talee piantate. Senza differenze apprezzabili è risultato anche il numero di polloni per ceppaia che è andato progressivamente aumentando passando da circa 2 (di cui uno dominante e l'altro dominato) nel 1969 e circa 8 (di cui metà dominanti e metà dominati) nel 1973.

L'esame delle frequenze dei polloni principali nelle varie classi diametriche (FIGURA 8), rilevate nei primi tre anni per entrambe le parcelle, mette in evidenza l'effetto positivo congiunto della ceduzione e della concimazione sull'incremento delle dimensioni dei fusti. Per quanto riguarda i contenuti minerali, gli astoni della parcella concimata, rispetto a quelli del terreno depauperato, presentano un più alto contenuto in azoto, con differenze significative nel 1973 e nel 1974 (FIGURA 8 e TABELLA 11), e un più basso contenuto

in P_2O_5 , con differenze nette nel 1972 e ancora più marcate nel 1974.

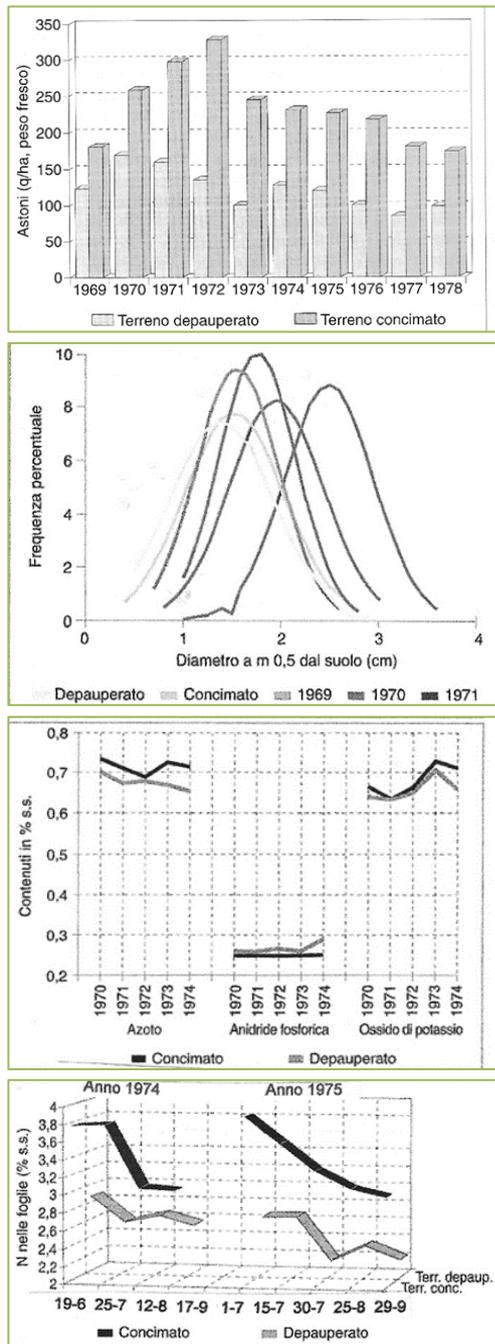


FIGURA 8 - Produzione annuale, dimensioni degli astoni nei due appezzamenti e variazioni dei contenuti minerali nel legno, nella corteccia e nelle foglie.

Si fa notare che, nel caso specifico, il contenuto in fosforo è risultato più elevato nei fusti del campo depauperato in quanto, avendo un diametro medio più alto, avevano una maggiore percentuale

di corteccia. Per il contenuto in K_2O non sono state invece notate differenze significative tra i polloni dei due appezzamenti.

In sintesi, la concimazione del terreno su una parcella e il depauperamento nell'altra hanno esaltato la differenza tra i due appezzamenti nel contenuto in azoto degli astoni e delle foglie (FIGURA 8) per tutto il periodo vegetativo. Si può ritenere che il tenore di azoto nelle foglie delle piante coltivate sul terreno depauperato sia sceso a livelli prossimi alla soglia di carenza: da un minimo di 2,17% ad un massimo del 2,86%, contro il 3% e il 3,9% del confronto concimato.

Anche la resa in talee, di lunghezza e di diametro standard, è stata influenzata positivamente dalla concimazione e dalla ceduzione, oscillando nei primi cinque anni da un minimo di 20 talee per m^2 (pari a 200.000 talee ad ettaro) nell'appezzamento depauperato ad un massimo di 70 talee per m^2 (pari a 700.000 ad ha) in quello concimato. La quantità di materiale scartato, espressa in peso fresco, variava dal 20 al 40%, raggiungendo le punte più elevate per i ricacci di diametro maggiore. L'attecchimento delle talee ricavate dagli astoni ha oscillato dal 93 al 97% senza differenze significative tra le annate e tra gli appezzamenti. Non sembra quindi che con il clone I-214 né il depauperamento del terreno né l'invecchiamento delle ceppaie possano influire significativamente sull'attecchimento delle talee. Va, comunque, sottolineato che per la preparazione delle talee sono stati scelti soltanto i polloni ritenuti idonei per stato sanitario, dimensioni e vigore, scartando quelli vistosamente dominati. Viceversa, abbastanza netto è stato l'effetto dei fattori studiati sull'accrescimento delle talee, soprattutto nella fase iniziale, caratterizzata da un avvio più lento per quelle dell'appezzamento a lungo

depauperato, imputabile, probabilmente, alla carenza di azoto.

Altre prove di concimazione in barbatellaio

Sono stati confrontati diversi tipi di concimi azotati (nitrato di calcio 15%, solfato ammonico 21% e urea 46%). Questo tipo di concimazione, indipendentemente dalla forma sotto la quale è stato somministrato l'azoto, ha aumentato in maniera significativa la produzione dei fusti e dei rami (espressa in sostanza secca), nonché il relativo contenuto in azoto.

In considerazione sia delle proporzioni nelle quali i tre elementi nutritivi, espressi come N, P₂O₅, K₂O, sono assorbiti dal pioppo nella fase vivaistica (1:0,35:1), sia delle disponibilità di P₂O₅ del terreno scelto per la prova, in un apposito esperimento i concimi sono stati impiegati in quantitativi tali da costituire tra le unità fertilizzanti rapporti prossimi a 1:1:1. Questa concimazione minerale ha aumentato la biomassa in maniera altamente significativa senza influire sui contenuti in percentuale della s.s. di N, P₂O₅ e K₂O.

In entrambe le prove la maggior quantità di sostanza secca prodotta dalle piante concimate, rispetto a quelle del testimone, è però dovuta essenzialmente al maggior numero di ricacci per piede, i quali avevano dimensioni inadeguate per ricavarne buone talee.

Concetti generali sulla produzione di pioppelle di qualità

Vivaio. Nella produzione di pioppelle di buon sviluppo e qualità, proporzionate nel diametro e nell'altezza e ben lignificate, un ruolo fondamentale è svolto dalle caratteristiche fisiche del terreno, che deve essere sciolto, profondo, irriguo e preferibilmente di giacitura pianeggiante. Facendo riferimento alla granulometria tale terreno rientra nella

classe di sabbia franca ma in pratica vengono utilizzati anche terreni delle classi franco sabbiosa, franca e franco argillosa. Con un aumento consistente delle particelle fini le dimensioni delle pioppelle prodotte tendono a diminuire ma, come vedremo più avanti, buoni risultati in pioppeto si possono conseguire anche piantando pioppelle che non raggiungono le dimensioni delle due classi di diametro più alte.

Per la coltivazione del vivaio sono sconsigliati i terreni grossolanamente sabbiosi, perché più esposti a squilibri idrici e nutrizionali, e anche quelli argillosi, perché oltre ad essere poco adatti alle esigenze del pioppo, devono essere lavorati in condizioni di umidità ottimali, sia al momento dell'aratura e degli altri interventi di preparazione del terreno per la messa a dimora delle talee, che nel periodo dell'estirpamento delle pioppelle a fine ciclo. Da evitare sono anche i terreni con un eccesso di calcare attivo, oltre il 7-8%, perché possono provocare manifestazioni di clorosi ferrica con arresto dell'accrescimento o, comunque, con scadimento notevole della qualità delle pioppelle. Ciò dimostra anche l'importanza della reazione del suolo, che risulta ottimale nei limiti della neutralità ma può variare senza grossi inconvenienti entro l'intervallo di valori di pH da 6 a 8.

Le esigenze sono più o meno analoghe anche per la coltivazione del barbatellaio, destinato alla produzione di materiale di propagazione e in primo luogo di talee.

Premessi questi concetti basilari di carattere agronomico, bisogna subito aggiungere che sul buon esito del barbatellaio e del vivaio, notevole è l'influenza esercitata dalla spaziatatura, dalla rotazione e dalle usuali cure colturali, tra le quali spicca in particolare l'irrigazione e non ultimi sono i trattamenti antiparassitari.

Concimazione minerale

Indicazioni sulla concimazione possono essere date sia sulla base degli studi sulle asportazioni minerali e sui ritmi di assorbimento, sia sulla base delle prove sperimentali appositamente condotte, ormai numerose anche in Italia.

Tuttavia, se lo studio del bilancio nutritivo e dei ritmi di assorbimento risulta un mezzo idoneo per avere delle informazioni sulle esigenze dei vivai di pioppo, è attraverso le prove di concimazione che si è ottenuta una verifica di tali informazioni e un approfondimento delle conoscenze sulla idoneità quali-quantitativa dei fertilizzanti da applicare.

Un'ampia indagine sull'effetto della concimazione al vivaio di pioppo dell'ibrido I-214 è stata condotta in stazioni abbastanza diverse, specie per le caratteristiche del suolo (tessitura, reazione, dotazione in sostanze nutritive). In tali prove i concimi sono stati impiegati in quantità tali da costituire tra le unità dei nutrienti (N:P₂O₅:K₂O) rapporti prossimi a 1:1:1. Tra i concimi azotati sono stati saggiati il nitrato di calcio, il solfato ammonico e l'urea, con distribuzioni in copertura; il perfosfato minerale e il solfato potassico sono stati distribuiti all'aratura, come anche il letame.

Nella maggior parte dei casi la concimazione, pur avendo determinato un aumento complessivo di biomassa, non ha dato, in pratica, risultati significativamente positivi non essendosi ottenute pioppelle più sviluppate.

L'effetto degli azotati, seppur scarso, appare più marcato in assenza di letame; tali risultati possono essere anche conseguenza del fatto che i terreni utilizzati avevano ospitato per vari anni colture agrarie (tipo grano, mais e addirittura erba medica) normalmente concimate.

Si possono citare anche altre prove condotte in diverse zone da Giulimondi (1961, 1973) dalle quali risulta che l'urea è stata ininfluente sull'accrescimento e che il solfato potassico, impiegato in diverse dosi, non ha avuto effetti statisticamente significativi sul diametro e sull'altezza delle pioppelle.

È stata fatta una prova in quattro terreni con caratteristiche chimico-fisiche molto diverse (TABELLA 12) che venivano utilizzati normalmente per la coltivazione del vivaio di pioppo dalle aziende SAF (Società Agricola e Forestale) dell'ENCC a Gazzo Bigarello (MN), a Palazzolo dello Stella (UD), a Sarmato (PC) e a Migliaro (FE). Dal triangolo granulometrico si evince che la classe di tessitura dei 4 terreni nell'ordine è la seguente: franco sabbiosa per Gazzo, franco argillosa per Palazzolo, argillosa per Migliaro e franca per Sarmato. La reazione in pH è subalcalina per tutti e quattro i terreni e il contenuto in sostanze nutritive è molto diverso da un terreno all'altro per tutti e tre gli elementi nutritivi principali: N, P₂O₅ e K₂O. In queste prove, il testimone non concimato è stato confrontato con una concimazione pre-impianto di un concime ternario (11.22.16) alla dose di 9 q/ha, integrato in copertura con solfato ammonico (21%) alla dose di 5 q/ha.

Alla fine del primo anno non sono state rilevate differenze significative tra le piante del testimone e quelle concimate sia nell'altezza che nel diametro rilevato a 0,50 m dalla superficie del suolo. Anche alla fine del secondo anno la concimazione appariva ininfluente sull'accrescimento in diametro delle pioppelle rilevato a 1 m dal suolo (TABELLA 13). L'analisi delle foglie, prelevate all'inizio di agosto della prima stagione vegetativa, non metteva in evidenza effetti significativi dell'apporto dei fertilizzanti sul contenuto in elementi nutritivi (TABELLA 14).

TABELLA 12 - Analisi fisico-chimica del terreno prelevato dai vivai delle diverse aziende. Dal triangolo granulometrico si evince che la classe di tessitura dei 4 terreni nell'ordine è la seguente: Franco sabbiosa per Gazzo, franco argillosa per Palazzolo, argillosa per Migliaro e franca per Sarmato. La reazione in pH è subalcalina per tutti e quattro i terreni e il contenuto in sostanze nutritive è molto diverso da un terreno all'altro per tutti e tre gli elementi nutritivi principali: N, P₂O₅ e K₂O.

Tab.12 - Analisi fisico-chimica del terreno prelevato il 10.8.83 dai vivai delle aziende Volpares (Palazzolo dello Stella, UD), Carpaneta (Gazzo Bigarello, MN), Fante (Migliaro, FE) e Scottine (Sarmato, PC)

Caratteristiche	Gazzo Bigarello	Palazzolo d. Stella	Migliaro	Sarmato
Granulometria:				
- Sabbia grossa %	3,06	1,74	0,63	0,60
- Sabbia fine %	53,38	23,99	8,79	44,78
Limo %	24,54	36,81	30,73	30,24
Argilla %	19,01	37,48	59,86	24,39
Reazione in pH	7,92	8,05	8,05	8,11
Cap. Sc. Cat. meq/100 g	11,86	24,74	24,10	14,75
Carbonio organico %	0,802	1,04	1,11	0,64
Humus (C x 1,724) %	1,381	1,87	1,91	1,105
N Kjeldhal %	0,103	0,146	0,16	0,103
C/N	7,83	7,40	6,88	6,25
P ₂ O ₅ ass. ppm	74,21	55,17	50,63	42,88
K ₂ O scamb. ppm	667,54	228,54	402,50	1182,00
CaO scamb. ppm	2271,38	5540,21	5185,50	2162,50
MgO scamb. ppm	453,54	878,71	925,35	853,88
Na ₂ O scamb. ppm	27,83	46,13	47,63	92,00
Manganese ass. ppm	9,25	8,42	9,25	34,50
Fe 203 ppm	408,67	668,88	814,50	591,75
Sali solubili %	0,077	0,104	0,084	0,07
Calcare totale %	10,13	15,72	11,06	11,14
Calcare attivo %	1,92	6,39	6,79	2,76

TABELLA 13 - Influenza della concimazione minerale sul diametro e sull'altezza delle pioppelle. Non ci sono differenze significative tra i dati di accrescimento delle piante concimate rispetto a quelle del testimone in nessuno dei 4 vivai considerati.

Tab. 13
Influenza della concimazione minerale (NPK) sul diametro e sulla altezza delle pioppelle in quattro località diverse della Pianura Padana (Sarmato-PC, Gazzo-MN, Palazzolo dello Stella-UD, Migliaro-FE)

Località	Trattamento	Diametro in mm		Altezza in m
		fine 1° anno	fine 2° anno	fine 1° anno
Sarmato	Testimone	22,71	41,86	3,10
	Concimato	23,65	41,67	3,16
Gazzo	Testimone	23,56	39,63	3,31
	Concimato	24,50	40,74	3,41
Palazzolo dello Stella	Testimone	25,20	42,37	3,00
	Concimato	24,15	42,33	2,92
Migliaro	Testimone	23,15	43,16	3,09
	Concimato	22,98	42,20	2,98

In sintesi, sembra necessario ribadire che, tenuto conto degli studi sin qui compiuti, la concimazione deve essere vista come un intervento indispensabile in terreni costituzionalmente carenti in elementi nutritivi, mentre negli altri casi l'apporto dei fertilizzanti può essere utile ai fini del mantenimento della fertilità del terreno e della prevenzione di eventuali squilibri

nutrizionali, non sempre facilmente prevedibili o identificabili. La concimazione fogliare, con azotati o con microelementi, ha dato risultati di scarso interesse.

TABELLA 14 - Analisi chimica delle foglie prelevate dai vivai delle diverse aziende. Le differenze non sono statisticamente significative; tuttavia prevale il contenuto in azoto delle piante concimate rispetto a quelle del testimone (non concimato) nel vivaio di Gazzo Bigarello dove il terreno è più sciolto (tessitura franco sabbiosa). Per fosforo e potassio le differenze tra tesi non sono statisticamente significative.

Tab. 14 Analisi chimica delle foglie prelevate il 10.8.83 dai vivai delle aziende Carpaneta (Gazzo Bigarello, MN), Volpares (Palazzolo dello Stella, UD), Scottine (Sarmato, PC) e Fante (Migliaro, FE)

Caratteristiche	Gazzo Bigarello		Palazzolo d. Stella		Sarmato		Migliaro	
	Test	Conci-	Test	Conci-	Test	Conci-	Test	Conci-
		mato		mato		mato		mato
Contenuto in acqua:								
Peso fresco %	66,50	67,53	68,81	69,51	68,69	68,40	69,51	69,49
Peso secco %	198,59	208,13	221,52	228,02	219,45	216,46	228,07	228,05
Ceneri %	6,94	6,64	6,62	6,67	7,05	7,07	6,91	6,92
Azoto %	3,34	3,76	3,68	3,73	3,55	3,50	3,61	3,73
Fosforo %	0,25	0,25	0,26	0,29	0,29	0,28	0,27	0,24
Potassio %	1,67	1,51	1,05	1,28	1,76	1,79	1,54	1,36
Calcio %	1,57	1,54	1,58	1,76	1,46	1,52	1,45	1,33
Magnesio %	0,43	0,42	0,50	0,61	0,26	0,26	0,41	0,36
Sodio ppm	60,00	68,25	167,75	197,75	39,00	42,50	145,00	128,75
Ferro ppm	88,25	90,50	94,25	117,25	85,00	85,00	111,25	101,50
Mn ppm	40,75	35,75	68,50	75,75	55,50	49,50	65,75	75,50
Zinco ppm	49,00	51,25	50,50	64,50	51,75	45,00	56,25	50,00
Rame ppm	7,00	7,50	5,50	7,70	8,00	7,50	8,00	7,50
Sr ppm	121,25	117,50	63,25	98,25	213,50	239,25	283,50	249,50
Cloro ppm	748,25	840,25	840,50	935,25	794,00	802,25	826,25	835,75

Clorosi ferrica: cura con chelati di ferro

Sulla cura della clorosi ferrica si è sperimentato a lungo e qui si riportano i risultati di una prova dove sono stati somministrati per via radicale, utilizzando l'irrigazione a goccia, chelati di ferro. La prova è stata fatta nel lontano 1982 in un vivaio al secondo anno di vegetazione del clone Luisa Avanzo dell'azienda Scottine a Sarmato (SAF/ENCC) su terreno argilloso con un contenuto di calcare attivo tra il 6,29 e il 7,24%. Sono stati fatti dei prelievi di campioni di terreno e di foglie di piante trattate, e non, con sequestrene 138 Fe. Le foglie sono state prelevate dalla parte mediana dei rami turionali di una decina di piante per campione; il terreno è stato prelevato in corrispondenza delle piante campionate per le foglie a una distanza di 50 cm dalla fila e per una profondità di 30 cm. I campioni sono stati prelevati, oltre che

nelle parcelle irrigate con e senza aggiunta di sequestrene, anche nel filare non irrigato compreso tra le parcelle stesse.

Dall'esame dei dati delle analisi relative al terreno non vengono rilevate differenze significative tra le tesi per nessuno dei parametri considerati (TABELLA 15).

TABELLA 15 - Analisi fisico-chimiche del terreno prelevato da vivaio trattato e non trattato con sequestrene 138 Fe per via radicale.

Tab. 15- Analisi fisico-chimiche del terreno prelevato il 2.8.1982 dal vivaio di Sarmato trattato o non con Sequestrene 138 Fe (EDDHA NaFe) per via radicale

Caratteristiche	Parcelle irrigate		Filare non irr. in parcelle irr.		Valori di F
	senza Seques.	con Seques.	senza Seques.	con Seques.	
Scheletro %	ass.	ass.	ass.	ass.	-
Granulometria					
sabbia grossa %	2,10	1,98	2,15	1,78	1,60n.s.
sabbia fine %	18,80	19,02	18,00	19,22	1,43n.s.
limo %	37,15	36,80	38,50	37,25	0,97n.s.
argilla %	41,95	42,20	41,35	41,75	1,04n.s.
Reazione in pH	7,60	7,57	7,58	7,65	2,50n.s.
Carbonio organico %	1,63	1,66	1,69	1,78	2,10n.s.
Sostanza organica (C x 1,724) %	3,35	3,38	3,41	3,51	2,10n.s.
Azoto (N ₂) %	0,14	0,15	0,15	0,16	2,83n.s.
Fosforo ass. (P ₂ O ₅) p.p.m.	117,37	114,00	98,50	149,75	1,67n.s.
Potassio scamb. (K ₂ O) p.p.m.	110,00	112,50	103,50	122,75	0,72n.s.
Calcio scamb. (CaO) p.p.m.	6665	6630	6689	6546	0,79n.s.
Magnesio scamb. (MgO) p.p.m.	568	565	554	543	0,54n.s.
Calcare totale %	10,41	10,11	9,15	9,88	1,77n.s.
Calcare attivo %	7,24	6,29	6,53	6,88	0,58n.s.
Ferro ass. p.p.m.	63,06	63,06	61,25	59,13	0,46n.s.
Manganese ass. p.p.m.	4,56	4,25	3,75	4,38	0,99n.s.
Rame ass. p.p.m.	1,46	1,35	1,35	1,35	1,61n.s.
Zinco ass. p.p.m.	1,10	1,12	1,10	1,25	0,71n.s.
Boro ass. p.p.m.	0,62	0,64	0,64	0,75	1,27n.s.
Molibdeno ass. p.p.m.	0,14	0,23	0,18	0,16	1,16n.s.

n.s. = non significativo

A livello delle foglie invece si rilevano (TABELLA 16):

- differenze altamente significative (P=0,01) per il contenuto in acqua e ceneri, per il tenore di azoto, di fosforo, di potassio, di ferro, di manganese e di zinco;
- differenze significative (P=0,05) per il tenore in calcio, magnesio e rame;
- differenze non significative per il contenuto in boro e molibdeno.

TABELLA 16 - Analisi chimica delle foglie prelevate dal vivaio trattato e non trattato con sequestrene 138 Fe per via radicale.

Tab. 16- Analisi chimica delle foglie prelevato il 2.8.1982 dal vivaio di Sarmato (PC) trattato o non con Sequestrene 138 Fe (EDDHA NaFe) per via radicale

Caratteristiche	Parcelle irrigate		Filare non irr. in parcelle irr.		Valori di F
	senza Seques.	con Seques.	senza Seques.	con Seques.	
Contenuto in acqua					
% peso fresco	77,87	73,83	68,36	69,20	30,86**
% peso secco	357,31	283,90	216,16	224,88	19,65**
Ceneri (% s.s.)	10,56	7,31	8,62	7,59	17,13**
Azoto %	3,59	3,52	2,61	3,10	8,85**
Fosforo %	0,38	0,31	0,19	0,23	27,55**
Potassio %	2,03	1,42	1,72	1,45	6,06**
Calcio %	1,82	1,22	1,76	1,57	4,12*
Magnesio %	0,51	0,35	0,51	0,46	4,64*
Ferro p.p.m.	96,87	142,62	84,25	106,00	22,22**
Manganese p.p.m.	21,75	13,13	13,50	14,50	7,41**
Rame p.p.m.	6,30	6,03	6,58	4,15	3,44
Zinco p.p.m.	45,38	24,00	37,00	27,50	12,72**
Boro p.p.m.	39,25	32,25	35,50	25,00	1,70n.s.
Molibdeno p.p.m.	0,19	0,29	0,16	0,38	1,05n.s.

n.s. = non significativo; * = significativo per P=0,05; ** = significativo per P=0,01.

In particolare, va segnalato che tra le piante irrigate quelle trattate con sequestrene presentano tenori significativamente più elevati in Fe e più bassi in acqua, ceneri, fosforo, potassio, calcio, magnesio, manganese e zinco.

Le piante del filare asciutto, rispetto a quelle delle parcelle irrigate senza sequestrene, complessivamente presentano tenori più bassi in azoto e in fosforo. Le piante del filare asciutto comprese nelle parcelle trattate con sequestrene hanno un contenuto più alto in ferro e più basso in calcio e in potassio di quelle comprese nelle parcelle non trattate. Sembra, quindi, che il trattamento con sequestrene per via radicale influisca oltre che sull'assorbimento del ferro anche su quello di altri elementi nutritivi, positivamente per l'azoto e il fosforo e negativamente per il potassio.

I chelati di ferro somministrati per via radicale tramite l'irrigazione a goccia vengono rapidamente assorbiti dalle radici, trasmigrano nelle foglie e mettono la pianta in condizioni di superare la carenza di ferro molto rapidamente (una settimana). Con questa tecnica, peraltro

un poco costosa ma sopportabile in vivaio, il problema della clorosi ferrica può considerarsi risolto. La somministrazione di chelati di Fe per via radicale è di gran lunga più efficace della somministrazione per via fogliare, come è stato dimostrato in apposite prove sperimentali.

Clorosi ferrica: cura preventiva con chelati di ferro e concimazione organica

La distribuzione del letame prima della preparazione del terreno per la messa a dimora delle talee rimane una pratica consolidata per la sua influenza sulle caratteristiche fisico-chimiche del terreno che per l'arricchimento del suolo in elementi nutritivi. La letamazione però dovrebbe essere vista soprattutto come intervento atto a migliorare la struttura del suolo dato che ai fini della fertilità chimica possono rispondere efficacemente i fertilizzanti minerali.

Per sfruttare l'effetto positivo dei composti umici che derivano dal letame in terreni calcari del Friuli, nei quali in precedenza si era manifestata clorosi ferrica nelle piantine di pioppo in vivaio, è stata condotta una prova utilizzando un composto, costituito da una miscelanza di letame e solfato ferroso, nel tentativo di prevenire la carenza di ferro e di favorire la crescita delle piante.

La prova è stata effettuata nel biennio 1982-1983 a Palazzolo dello Stella (UD), presso l'azienda Volpares (SAF/ENCC) in un vivaio del clone Luisa Avanzo. Il vivaio è stato messo a dimora nella primavera 1982 utilizzando talee di 20 cm di lunghezza e adottando una spaziatura di m 1,60x0,60. Sono state poste a confronto le seguenti 5 tesi:

- testimone non trattato;
- letame con solfato ferroso in pre-impianto;

- letame con solfato ferroso in post-emergenza (a giugno);
- chelati di ferro per via radicale;
- chelati di ferro per via fogliare.

In campo è stato adottato uno schema sperimentale a blocchi randomizzati con 6 replicazioni. L'unità sperimentale è rappresentata da una parcella comprendente 6 file di pioppelle per una lunghezza di 12 m.

Il composto è stato preparato mescolando al letame il solfato ferroso alla dose corrispondente al 6% in peso del prodotto commerciale, pari all'1% di ferro. La preparazione richiede rimescolamenti ripetuti.

Sia in pre-impianto che in post-emergenza il composto è stato utilizzato alla dose di circa 1000 quintali ad ettaro, ed è stato interrato superficialmente per favorire la trasformazione della sostanza organica ed evitare l'arricchimento di anidride carbonica in profondità.

La distribuzione del chelato di ferro (sequestrene 330 Fe) per via fogliare è stata effettuata alle date seguenti: 18.6, 2.7, 19.7, 2.8, 13.8, 27.8.1982.

Il trattamento per via radicale è stato fatto in pre-impianto contemporaneamente alla distribuzione del composto.

Nel corso del primo anno di vegetazione non si è avuta manifestazione di clorosi, ma al 21.10.1982 le piante trattate con il composto si distinguevano da tutte le altre presentando un aspetto più florido.

Dai rilevamenti dendrometrici effettuati a fine stagione vegetativa le pioppelle delle parcelle trattate con composto presentavano diametri ed altezze più elevati di quelle di tutte le altre tesi anche se con differenze statisticamente non significative (TABELLA 17).

TABELLA 17 - Prova condotta a Palazzolo dello Stella (UD), presso l'azienda Volpares su terreno con tessitura franco argillosa e reazione in pH subalcalina. Si noti l'effetto positivo sulla crescita (in diametro e in altezza) delle pioppelle concimate con letame integrato con solfato di ferro.

Tab.17 - Effetto del Composto (letame + solfato ferroso) e dei chelati di ferro sull'accrescimento in diametro ed in altezza delle pioppelle in vivaio

Trattamenti	1982		1983	
	Ø a m 0,50 (mm)	Altezza totale (m)	Ø a m 1 (mm)	Altezza totale (m)
1) Testimone	20,4 a	2,98 a	34,5 a	6,38 a
Letame con solfato ferroso:				
2) a) pre-impianto	21,0 a	3,09 a	36,7 b	6,58 b
3) b) a giugno	20,9 a	3,05 a	36,8 b	6,60 b
4) Chelati per via radicale	19,2 a	2,93 a	33,7 a	6,28 a
5) Chelati per via fogliare	19,0 a	2,95 a	33,6 a	6,27 a
Media	20,1	3,00	35,07	6,42

Le differenze tra le medie della stessa colonna contrassegnate con lettere diverse sono statisticamente significative.

Le osservazioni più importanti sono state effettuate durante la seconda stagione vegetativa nel corso della quale la clorosi si è manifestata nelle parcelle del testimone e in quelle trattate con chelati sia per via fogliare che per via radicale, mentre non si è avuta la comparsa di ferro-carezza o si è manifestata soltanto in forma molto lieve nelle due parcelle trattate con il composto, nelle quali le pioppelle hanno avuto anche un maggiore accrescimento. Infatti, dai rilevamenti dendrometrici effettuati a fine stagione vegetativa sia i diametri che le altezze delle pioppelle trattate risultavano superiori a quelli delle piante di tutte le altre tesi che tra di loro presentano differenze minime (TABELLA 17). Il chelato di ferro somministrato per via radicale a scopi preventivi non ha avuto un'efficacia sufficiente ad evitare necrosi sulle foglie. La persistenza dell'azione del sequestrene 138 Fe nel terreno è limitata a periodi brevi e quindi è preferibile applicarlo quando la fisiopatologia inizia a manifestarsi.

Tra tutti i trattamenti merita particolare attenzione quello con il composto, in primo luogo per l'effetto positivo sull'accrescimento e in secondo luogo per l'efficacia risultata abbastanza chiara sulla prevenzione della clorosi. Per ridurre i costi, resta da vedere se il composto agisce altrettanto bene anche a dosi più basse di solfato di Fe rispetto a quella adottata (6% = 60 q/ha).

L'uso del letame nella coltivazione del vivaio di pioppo trova applicazione sempre più rara per le difficoltà che si incontrano nel suo reperimento. In considerazione di questo fatto sono state condotte indagini specifiche volte alla ricerca della possibilità di sostituirlo con materiali organici trasformati (esempio: compost di cortecce, di *chips* di legno, ecc.), opportunamente integrati con concimi minerali, oltre che con la pollina.

Concimazione del vivaio con pollina

Ottimi risultati sono stati ottenuti con l'impiego della pollina in una prova in vaso. Tale prodotto, in dosi crescenti, ha significativamente influenzato il peso secco medio per piantina delle foglie, dei germogli e delle radici, con spiccata tendenza ad aumentare con il crescere della dose. Analoga tendenza è stata rilevata anche per l'altezza delle piantine. Per la verifica sperimentale dell'efficacia di tale prodotto in pieno campo, in confronto al letame e ai concimi minerali, è stata effettuata una serie di quattro prove in altrettanti vivai della SAF/ENCC, con caratteristiche pedoclimatiche molto diverse. Secondo la ditta che la distribuisce la pollina, denominata "Itapollina", presenta la seguente composizione media:

- sostanza organica 85-87% (di cui humus totale 18-20%),
- azoto organico (N) 4-6%,
- anidride fosforica (P₂O₅) 4-6%,
- ossido di potassio (K₂O) 3-5%,

- ossido di calcio (CaO) 2-4%,
- ossido di magnesio (MgO) 0,5-1%,
- umidità 12-15%,
- pH 7-8,
- carica microbica 500 milioni/grammo,
- microelementi - ferro, manganese, mobildeno, boro, zinco, rame, magnesio.

Il valore fertilizzante di un quintale di pollina è ritenuto pari a quello di 15 quintali di letame maturo e i due concimi organici vengono confrontati sulla base di questo rapporto.

Il programma sperimentale è stato impostato in collaborazione tra i due Istituti di ricerca (ISP - Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura di Casale Monferrato, CSAF-Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale di Roma) della SAF/ENCC e prevedeva l'esecuzione di 4 prove che sono state condotte in altrettanti vivai commerciali della SAF dislocati a Zibello (CR), Palazzolo dello Stella (UD), Zeddiani (OR) e Bagni Roselle (GR) in terreni gestiti rispettivamente dalle Aziende SAF rispettivamente Scottine, Volpares, Campulongu e Il Terzo.

Due prove sono state condotte a cura dell'ISP nel biennio 1984-1985 con la collaborazione dell'azienda Scottine e nel triennio 1985-1987 con la collaborazione dell'azienda Volpares e le altre due a cura del CSAF nel biennio 1986-1987 e 1987-1988 con la collaborazione rispettivamente delle aziende Il Terzo e Campulongu.

Sono stati scelti terreni rappresentativi di quelli usualmente utilizzati dalle singole aziende SAF per la coltivazione del vivaio. Si tratta di terreni sufficientemente profondi, di buon drenaggio che all'analisi hanno dato i risultati riportati in TABELLA 18.

I vivai sono stati costituiti con talee del clone Luisa Avanzo presso le aziende Scottine (Sarmato), Il Terzo (Grosseto) e Campulongu (Oristano) e con il clone I-214 a Volpares (Palazzolo dello Stella).

TABELLA 18 - Analisi fisico-chimiche dei terreni oggetto delle prove di concimazione in vivaio.

Caratteristiche	Stazione			
	Zibello	Grosseto	Palazzolo dello Stella	Campulongu
Scheletro	ass.	-	ass.	ass.
Tessitura				
Sabbia grossa (mm 2) %	1,47	{53,10	3,06	{63,46
Sabbia fine (mm 2-0,2) %	50,00	18,37	53,38	11,27
Limo (mm 0,2-0,02) %	23,62	28,53	24,54	25,27
Argilla (< mm 0,02) %	16,91	-	19,01	-
Reazione pH	7,80	7,40	7,92	7,37
Calcare totale %	5,40	tracce	10,13	ass.
Calcare attivo %	1,28	-	1,92	ass.
Carbonio organico %	0,59	0,59	0,80	0,69
Sostanza org. (C x 1,724) %	1,02	1,01	1,38	1,19
Azoto (Kjeldahl) %	0,093	0,12	0,10	0,085
Rapporto C/N	6,34	5,00	7,83	8,12
P ₂ O ₅ assimilabile p.p.m.	42,00	41,00	74,21	88,00
C.S.C. m ² /100 g	15,12	14,12	11,86	24,28
K ₂ O scambiabile p.p.m.	192	193	667	545
CaO scambiabile p.p.m.	-	-	2271	2478
MgO scambiabile p.p.m.	-	-	453	429
Conducibilità uS	-	-	196	70
Sali solubili %	-	-	0,07	0,04
Cloruri %	-	-	ass.	ass.
Solfati %	-	-	0,020	ass.

L'impianto del vivaio nelle prime tre aziende è stato effettuato disponendo le talee a cm 60 l'una dall'altra su file binate (1 m tra le file della bina e 2,20 m tra le bine a Grosseto e ad Oristano e 2,30 m a Zibello), mentre nell'ultima azienda le talee sono state disposte sempre a 60 cm su file semplici distanti 2,20 m. Lo schema sperimentale è stato impostato in maniera tale da poter confrontare la concimazione con pollina, da sola o integrata con concimi minerali, con la sola concimazione minerale e con la concimazione letamica integrata con quella minerale. Pertanto, le tesi a confronto erano le seguenti:

- testimone (non concimato);
- trattamento con 4 q/ha di ternario 11:22:16 integrato con 1 q/ha di urea al primo anno e ripetizione dello stesso trattamento al secondo;
- trattamento pre-impianto con 550 q/ha di letame maturo e 4 q/ha di 11:22:16;
- trattamento pre-impianto con 34 q/ha di pollina e 4 q/ha di 11:22:16;
- trattamento pre-impianto con 34 q/ha di pollina;

- trattamento pre-impianto con 17 q/ha di pollina e 2 q/ha di 11:22:16 al primo anno e ripetizione dello stesso trattamento al secondo.

La loro distribuzione in campo è stata effettuata secondo uno schema a blocchi randomizzati con 6 replicazioni. L'unità sperimentale era costituita da una parcella di 20 x 40 m comprendente circa 800 pioppelle. L'interramento della pollina e del letame è stato effettuato ad una profondità di 10-15 cm sia in pre-impianto che all'inizio del secondo anno.

L'irrigazione è stata eseguita applicando il metodo a pioggia su tutte e quattro le località con turni di una ventina di giorni a Oristano (ad esempio nel 1986 l'irrigazione è stata fatta alle seguenti date: 26 maggio, 14 giugno, 4 luglio, 23 luglio, 18 agosto e 10 ottobre) e a Bagno Roselle, due o tre volte all'anno a Zibello e soltanto in caso di lunghi periodi senza pioggia a Palazzolo dello Stella.

I risultati delle quattro prove, malgrado siano state condotte in terreni molto diversi per caratteristiche pedologiche e, soprattutto, climatiche, nel complesso sono molto omogenei sia per quanto riguarda sia i concimi organici che la loro integrazione con quelli minerali. L'inefficacia dei concimi è stata registrata non soltanto sull'accrescimento (TABELLE 19-22) ma anche sui valori dei tre principali elementi della fertilità contenuti nelle foglie (TABELLE 23 e 24).

Queste esperienze dimostrano che i risultati positivi di prove in vaso statisticamente probanti (FRISON, 1976) non sempre possono trovare conferma in prove di pieno campo.

Probabilmente in pieno campo non basta la durata di un biennio e non sono sufficienti le dosi impiegate nelle prove descritte per influire positivamente con la pollina e anche con il letame, sulle

caratteristiche fisiche del terreno, più che su quelle chimiche, e quindi sulla crescita delle pioppelle.

TABELLA 19 - Zibello; influenza della concimazione organica, minerale e organico-minerale sull'accrescimento delle pioppelle in vivaio.

Tab. 19 - Zibello - Influenza della concimazione organica, minerale e organico-minerale sull'accrescimento delle pioppelle in vivaio (clone Luisa Avanzo, spaz. m 2,30 x (1 x 0,60))

Trattamenti	Dati dendrometrici			
	Fine I stag. veg. 1984 (F ₁ R ₁)		Fine II stag. veg. 1985 (F ₂ R ₂)	
	Ø m 0,50 (mm)	h tot. (cm)	Ø m 1,00 (mm)	h tot. (cm)
1) Testimone	21,42	283,69	38,21	618,06
2) 4 q/ha di 11.22.16 + 1 q/ha di urea (I e II turno)	21,81	290,08	39,57	560,13
3) 550 q/ha letame + 4 q/ha di 11.22.16 (I anno)	21,82	308,15	39,23	629,04
4) 34 q/ha Itapollina + 4 q/ha di 11.22.16 (I anno)	20,61	300,96	38,23	660,13
5) 34 q/ha Itapollina + (I anno)	22,21	304,06	40,39	645,43
6) 17 q/ha Itapollina + 2 q/ha di 11.22.16 (I e II anno)	21,89	312,14	38,04	616,32
Media generale	21,63	299,85	38,94	621,52
Valore di F	0,45n.s.	1,45n.s.	0,52n.s.	0,26n.s.

TABELLA 20 - Grosseto; influenza della concimazione organica, minerale e organico-minerale sull'accrescimento delle pioppelle in vivaio.

Tab. 20 - Grosseto (Az. Il Terzo) - Influenza della concimazione organico, minerale e organico-minerale sull'accrescimento delle pioppelle in vivaio (clone Luisa Avanzo, spaz. m 2,20 x (1 x 0,60))

Trattamenti	8/7/1985 Altezza totale (cm)	Dati dendrometrici			
		Fine I stag. veg. 1985 (F ₁ R ₁)		Fine II stag. veg. 1986 (F ₂ R ₂)	
		Ø m 0,50 (mm)	h tot. (cm)	Ø m 1,0 (mm)	h tot. (cm)
1) Testimone	93,85	22,25	265,25	40,10	624,59
2) 4 q/ha di 11.22.16 + 1 q/ha di urea (I e II anno)	95,83	23,58	282,81	40,83	619,02
3) 550 q/ha letame + 4 q/ha di 11.22.16 (I anno)	100,48	22,11	263,13	40,72	623,87
4) 34 q/ha Itapollina + 4 q/ha di 11.22.16 (I anno)	104,45	23,38	272,50	41,18	620,90
5) 34 q/ha Itapollina (I anno)	103,45	22,81	270,34	40,36	627,99
6) 17 q/ha di Itapollina + 2 q/ha di 11.22.16 (I e II anno)	96,93	21,95	259,26	39,85	605,30
Media generale	99,17	22,68	268,88	40,51	620,28
Valore di F	1,20n.s.	0,84n.s.	1,15n.s.	0,53n.s.	0,77n.s.

TABELLA 21 - Palazzolo dello Stella; influenza della concimazione organica, minerale e organico-minerale sull'accrescimento delle pioppelle in vivaio.

Tab.21- Palazzolo dello Stella (Az. Volpares) - Influenza della concimazione organica, minerale e organico-minerale sull'accrescimento delle pioppelle in vivaio (clone I 214, spaz. m 2,20 x 0,60)

Trattamenti	Dati dendrometrici					
	Fine I stag. veg. 1985 (F ₁ R ₁)		Fine II stag. veg. 1986 (F ₂ R ₂)		Fine III stag. veg. 1987 (F ₃ R ₃)	
	Ø m 0,50 (mm)	h tot. (cm)	Ø m 0,50 (mm)	h tot. (cm)	Ø m 1 (mm)	h tot. (cm)
1) Testimone	16,69	225,25	34,98	430,35	51,37	788,69
2) 4 q/ha di 11.22.16 + 1 q/ha di urea (I e II anno)	16,40	219,72	33,94	420,68	51,08	759,95
3) 550 q/ha letame + 4 q/ha di 11.22.16 (I anno)	16,22	208,58	34,96	419,50	50,99	774,12
4) 34 q/ha Italpollina + 4 q/ha 11.22.16 (I anno)	16,02	222,67	34,16	413,72	52,89	767,08
5) 34 q/ha Italpollina (I anno)	15,61	215,00	31,91	389,22	48,69	737,71
6) 17 q/ha di Italpollina + 2 q/ha 11.22.16 (I e II anno)	16,80	230,63	35,49	427,22	51,02	781,68
Media generale	16,29	220,31	34,24	416,78	51,01	768,21
Valore di F	0,78n.s.	2,02n.s.	1,61n.s.	1,43n.s.	2,55n.s.	3,28*

TABELLA 22 - Oristano; influenza della concimazione organica, minerale e organico-minerale sull'accrescimento delle pioppelle in vivaio.

Tab.22- Oristano (Az. Campulungu) - Influenza della concimazione organica, minerale e organico-minerale sull'accrescimento delle pioppelle in vivaio (clone Luisa Avanzo, spaz. m 2,20 (1 x 0,70))

Trattamenti	Dati dendrometrici			
	Fine I stag. veg.		Fine II stag. veg.	
	Ø m 0,50 (mm)	h tot. (cm)	Ø m 0,50 (mm)	h tot. (cm)
1) Testimone	24,94	313,11	40,72	552,04
2) 4 q/ha di 11.22.16 + 1 q/ha di urea (I e II anno)	24,06	315,85	40,40	545,35
3) 550 q/ha letame + 4 q/ha 11.22.16 (I anno)	26,95	341,50	43,69	584,68
4) 34 q/ha Italpollina + 4 q/ha 11.22.16 (I anno)	26,16	344,76	41,46	541,32
5) 34 q/ha Italpollina + (I anno)	24,75	318,59	40,40	527,08
6) 17 q/ha Italpollina + 2 q/ha 11.22.16 (I e II anno)	26,17	345,66	42,83	584,67
Media generale	25,51	329,91	41,58	555,86
Valore di F	1,06n.s.	1,05n.s.	1,37n.s.	0,80n.s.

Interazione tra irrigazione e concimazione

Sulla necessità di irrigare il vivaio di pioppo, non soltanto nelle situazioni dell'Italia centro-meridionale ma anche della Pianura Padana, non vi sono dubbi se si vogliono conseguire produzioni di alto livello quanti-qualitativo. Abbastanza buone sono le conoscenze circa i volumi di adacquamento che devono essere somministrati nell'arco della stagione

vegetativa (FRISON *et al.*, 1982), così come sulle modalità di distribuzione dell'acqua e questi aspetti dell'irrigazione sono molto importanti perché il perfezionamento delle tecniche ad essi relative consente la riduzione dei consumi e il miglioramento della efficienza dell'acqua. Tali prove vengono qui brevemente riassunte.

TABELLA 23 - Zibello; influenza della concimazione organica, minerale e organico-minerale sui contenuti minerali delle foglie.

Tab. 23 - Zibello - Influenza della concimazione organica, minerale e organico-minerale sui contenuti minerali delle foglie raccolte il 23.7.1985

Trattamenti	Contenuti minerali (% sulla sostanza secca)		
	N ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O
1) Testimone	3,44	0,458	1,97
2) 4 q/ha di 11.22.16 + 1 q/ha di urea (I e II anno)	3,68	0,477	2,04
3) 550 q/ha letame + 4 q/ha 11.22.16 (I anno)	3,36	0,444	1,98
4) 34 q/ha Italpollina + 4 q/ha 11.22.16 (I anno)	3,57	0,471	2,04
5) 34 q/ha Italpollina + (I anno)	3,54	0,442	1,89
6) 17 q/ha Italpollina + 2 q/ha 11.22.16 (I e II anno)	3,26	0,432	1,96
Media generale	3,47	0,454	1,98
Valore di F	1,68n.s.	0,77n.s.	0,12n.s.

Prove di irrigazione a goccia fatte a Casale Monferrato (AL) e ad Orbassano (TO)

Scopo delle prove era quello di studiare l'influenza di diversi volumi di adacquamento sull'accrescimento delle pioppelle cercando di calcolare anche il coefficiente di evapotraspirazione. Il terreno a Casale Monferrato appartiene alla classe granulometrica Sabbia Franca con una capacità di campo del 24,50% ed un punto di appassimento del 3,5% sul peso secco. Alla stessa classe appartiene anche quello di Orbassano, con una capacità di campo del 20,50% e un coefficiente di appassimento del 3%. La potenza del profilo era di circa 50 cm nel

primo terreno e di oltre 1 m nel secondo. La spaziatura in vivaio era di 0,50 x 1,70 m a Casale Monferrato e di 0,50 x 2,00 m ad Orbassano ed in entrambi i vivai sono state utilizzate talee del clone PAN. La spaziatura degli erogatori era di 1,70 x 3 m e di 2 x 3 m, rispettivamente, disposti a quinconce. Sono stati adottati erogatori con la stessa portata teorica, alla pressione di esercizio di 4 kg/cm², di 1,5; 3; 4,5 e 6 l/h che hanno consentito di mettere a confronto volumi di acqua crescenti con progressione aritmetica e denominati rispettivamente livello 0,5; 1; 1,5; 2 oltre al testimone asciutto (livello 0). Il livello 0,5 non è stato adottato a Casale Monferrato in quanto ritenuto a priori insufficiente.

TABELLA 24 - Grosseto; influenza della concimazione organica, minerale e organico-minerale sui contenuti minerali delle foglie.

Trattamenti	Contenuti minerali (% sulla sostanza secca)					
	Ceneri	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1) Testimone	7,40	3,05	0,607	1,57	2,10	0,635
2) 4 q/ha di 11.22.16 + 1 q/ha di urea (1 e II anno)	7,50	3,20	0,554	1,70	2,21	0,683
3) 550 q/ha letame + 4 q/ha di 11.12.16 (1 anno)	7,82	3,05	0,600	1,71	2,27	0,608
4) 34 q/ha Itapollina + 4 q/ha 11.22.16 (1 anno)	7,75	3,31	0,573	1,64	2,27	0,638
5) 34 q/ha Itapollina (1 anno)	7,42	3,09	0,543	1,59	2,28	0,630
6) 17 q/ha Itapollina + 2 q/ha 11.22.16 (1 e II anno)	7,58	3,21	0,568	1,72	2,28	0,626
Media generale	7,58	3,15	0,575	1,65	2,24	0,637
Valore di F	1,35n.s.	1,49n.s.	2,02n.s.	1,11n.s.	1,16n.s.	0,267n.s.

Per il livello 1,5, ritenuto adatto a priori, l'irrigazione è stata studiata anche in combinazione con la concimazione sia organica (Compost) sia minerale (NPK). Complessivamente sono stati fatti 8 confronti a Casale Monferrato e 9 ad Orbassano. L'irrigazione è stata effettuata seguendo il criterio dell'evaporato da evaporimetro Classe A corretto da un coefficiente costante di 0,7 nel primo anno

e variabile da 0,5 a 0,7 nel secondo anno di vegetazione, in rapporto alle variazioni del LAI della coltura nel corso della stagione vegetative.

I trattamenti sono stati distribuiti in campo secondo lo schema a blocchi randomizzati con 4 replicazioni. Sono stati rilevati i diametri e le altezze delle pioppelle alla fine del ciclo vegetative sia del primo che del secondo anno dalla messa a dimora delle talee. I dati sono stati elaborati con l'analisi della varianza e i confronti sono stati fatti con il test di Duncan.

Sono stati effettuati dei campionamenti per stimare la produzione di biomassa nelle parcelle del livello 1,5. Nella prova di Casale Monferrato è stato messo in evidenza l'effetto dell'irrigazione sullo sviluppo dell'apparato radicale. Sono stati fatti dei rilevamenti per verificare l'uniformità della distribuzione dell'acqua tra i diversi punti di erogazione.

A Casale Monferrato l'effetto dell'irrigazione è risultato evidente, in particolare alla fine del secondo anno di vegetazione, sia sul diametro che sull'altezza delle pioppelle. Non sono risultate invece significative le differenze tra i diversi volumi di adacquamento. La concimazione, sia organica che minerale, non ha influito significativamente sull'accrescimento né in diametro né in altezza delle pioppelle (TABELLA 25). L'irrigazione ha avuto un effetto molto evidente sullo sviluppo dell'apparato radicale delle pioppelle.

Da aprile a settembre a Casale Monferrato le precipitazioni sono state di 390 mm nel 1978 e di 335 mm nel 1979. Nel corso dei due anni il testimone asciutto avrebbe ricevuto un volume idrico pari a 7792 m³/ha e il livello 1,5, ritenuto sufficiente, 13490 m³/ha.

Il coefficiente di evapotraspirazione, calcolato sulla base della produzione di biomassa avuto nelle parcelle irrigate con

il volume 1,5, è risultato di 370 l/kg di sostanza secca a Casale Monferrato e di 350 l/kg ad Orbassano. Nel vivaio di Orbassano l'influenza dell'irrigazione sull'accrescimento è risultata più debole.

TABELLA 25 - Accrescimento in diametro e in altezza delle pioppelle a Casale Monferrato in funzione dell'irrigazione e della concimazione sia organica che minerale.

Trattamento	Fine I anno		Fine II anno	
	Diametro a m 1 (cm)	Altezza totale (m)	Diametro a m 1 (cm)	Altezza totale (m)
Non concimato				
1 Livello 0 (testimone)	1,23	2,13	2,61	4,19
3 Livello 1	1,50	2,30	3,54	6,05
4 Livello 1,5	1,57	2,43	3,75	6,36
5 Livello 2	1,50	2,30	3,68	6,26
Concimato con Compost				
6 Livello 0 (testimone)	1,30	2,22	2,98	4,57
7 Livello 1,5	1,63	2,53	3,97	6,68
Concimato con N, P e K				
8 Livello 0 (testimone)	1,28	2,22	2,61	4,03
9 Livello 1,5	1,57	2,43	4,08	6,65
Media Generale	1,45	2,32	3,40	5,60
Valori di F	4,35 **	2,80 *	7,43 **	18,52 **

* = significativo per P = 0,05; ** = significativo per P = 0,01.

Prove di irrigazione a goccia ad Eregli, Anatolia centrale

La prova è stata impostata in un terreno con tessitura franco argillosa, a reazione subalcalina, molto calcareo (35% di calcare totale e 12-13% di calcare attivo). La capacità di campo varia dal 25,7% al 28,6% del peso secco e il punto di appassimento varia dall'11,4% al 15%. La densità apparente è di 1,1 kg/dm³. Sulla base dei dati climatici storici rilevati da una stazione meteorologica distante 3 km dal vivaio, con il metodo Blaney Criddle modello Fao è stata calcolata l'evapotraspirazione di riferimento ETo2. Ai fini di differenziare i tre volumi di adacquamento presi in esame, i valori mensili di ETo sono stati moltiplicati per i seguenti coefficienti colturali: V1 = ETo x 0,75 (Tesi 1); V2 = ETo = 1,0 (Tesi 2); V3 = ETo = 1,25 (Tesi 3). Altro fattore preso in considerazione è

stato la distanza di impianto delle talee confrontando quelli normalmente di uso locale (1,50 x 0,40 m) con una più ampia (1,50 x 0,60 m). Il terzo fattore considerato è la concimazione sia organica che minerale: Letame, letame + N2P2, N1, N1P1, N1P1K1, N2P2. Le dosi distribuite sono state di 700 q/ha di letame, 100 kg/ha di N, di P₂O₅ e di K₂O. Le tesi sono state distribuite in campo secondo lo schema a split plot assegnando i volumi idrici (V1, V2 e V3) ai parcelloni, le spazature alle parcelle e le concimazioni alle sub-parcelle. Sono stati rilevati i diametri e le altezze delle pioppelle alla fine della prima e della seconda stagione vegetativa (1989 e 1990 rispettivamente). Nel luglio del 1989 sono stati prelevati dei campioni di foglie per studiare l'effetto dei trattamenti anche sullo stato di nutrizione delle piantine.

I risultati sono riportati nelle TABELLE 26, 27 e 28. Per l'interpretazione dei risultati può essere utile rilevare che la fertilità chimica del suolo presenta un netto gradiente decrescente con la profondità di prelievo dei campioni (TABELLA 26). Diminuiscono in maniera significativa all'aumentare della profondità i contenuti della sostanza organica, dell'azoto totale, del potassio scambiabile e della P₂O₅ assimilabile. Si mantengono invece su valori costanti e piuttosto elevati il calcare totale (33,54% in media) e il calcare attivo (12,47% in media). L'effetto più evidente sull'accrescimento delle pioppelle è quello della spazatura (TABELLA 27). Le pioppelle poste a 1,50 x 0,60 m alla fine del secondo anno di vegetazione presentano un diametro significativamente più elevato e sono meno filate di quelle poste a 1,50 x 0,40 m. Le pioppelle irrigate presentano valori crescenti sia per il diametro che per l'altezza con l'aumentare del volume di adacquamento ma con differenze statisticamente non significative (TABELLA 27). L'accrescimento

risulta massimo con il V2 al primo anno e con il V3 al secondo per cui, orientativamente, si può ritenere siano sufficienti 6000 m³/ha nella prima stagione vegetativa e 7500-8000 m³/ha nella seconda, distribuiti da aprile a ottobre. La concimazione non ha avuto effetti positivi statisticamente significativi sull'accrescimento delle pioppelle (TABELLA 27). Per quanto riguarda i contenuti di elementi nutritivi delle foglie (TABELLA 28), dall'analisi statistica dei dati risulta che non vi è stata alcuna influenza: si può soltanto notare che il contenuto di azoto risulta crescente con il volume di adacquamento. Questo fatto può far pensare che ci possa essere un'interazione positiva tra volume di adacquamento e assorbimento dell'azoto.

TABELLA 26 - Eregli, Anatolia centrale. Caratteristiche fisiche e chimiche del terreno dei vari strati del profilo nel vivaio in cui è stata condotta la sperimentazione.

Caratteristiche	Profondità in cm				Media	Valori di F
	0-30	30-60	60-90	90-120		
Granulometria						
Sabbia %	22,78	23,57	32,58	31,35	27,57	7,36*
Limo %	35,82	34,39	29,54	32,25	33,00	4,47*
Argilla %	41,40	42,04	37,88	36,40	39,43	5,46*
Costanti idriche						
Punto di appassimento	13,02	13,77	13,67	13,35	13,45	1,78ns
Capacità di campo	26,19	27,73	26,76	27,69	27,09	1,23ns
Acqua disponibile	13,20	13,96	13,10	14,34	13,65	0,84ns
Densità apparente (kg/dm ³)	1,17	1,00	1,10	1,07	1,08	1,67ns
Reazione in pH						
Calcare %	8,01	8,05	8,00	8,02	8,02	0,90ns
totale	33,39	32,61	33,10	35,05	33,54	2,19ns
attivo	12,53	12,23	12,37	12,77	12,47	1,39ns
Sostanza organica % (C org.x1,724)	1,68	1,39	0,83	0,58	1,12	14,77**
N totale %	0,080	0,069	0,041	0,029	0,056	15,13**
Rapporto C/N	11,64	11,72	11,74	11,69	11,70	5,87*
C.S.C. meq/100 g	33,03	31,62	33,13	29,29	31,52	0,87ns
Ca+Mg scambiabili (meq/100 g)	32,15	30,91	32,64	28,86	31,14	0,75ns
K scambiabile (meq/100 g)	0,717	0,527	0,330	0,257	0,458	17,22**
Na scambiabile (meq/100 g)	0,167	0,163	0,157	0,173	0,165	0,34ns
P ₂ O ₅ assimilabile ppm	58,0	43,3	17,7	11,7	32,7	14,34**
FE++ assimilabile ppm	1,067	1,400	1,467	1,333	1,317	0,09ns

N.B.: n.s. = non significativo
+ = significativo per P=0,05
++ = significativo per P=0,01

Prove irrigazione a goccia a Casale Monferrato e a Passo di Treia (MA)

Ancora insufficienti sono invece i dati sperimentali per lo studio dell'interazione tra irrigazione e concimazione realizzata attraverso l'impiego di fertilizzanti liquidi. Gli Istituti di ricerca della SAF e

precisamente il CSAF a Roma e l'ISP a Casale Monferrato, sempre sensibili alle innovazioni tecnologiche, hanno accolto con favore l'occasione di confrontare, con l'ormai sperimentato metodo di irrigazione a goccia, il più recente metodo di sub-nutri-irrigazione che utilizza il VIAFLO, entrambi adatti anche alla distribuzione di fertilizzante liquido.

TABELLA 27 - Eregli. Accrescimento in diametro e in altezza delle pioppelle in funzione dei volumi di adacquamento, della spaziatura e della concimazione.

Trattamenti	Fine 1° anno		Fine 2° anno	
	Diametro (mm)	Altezza (cm)	Diametro (mm)	Altezza (cm)
Volumi di adacquamento				
V1	18,72	251,55	28,19	429,68
V2	19,93	269,97	28,14	426,29
V3	20,15	273,06	31,15	482,21
Spaziatura				
m 1,50 x 0,40	19,08	272,21	26,98	438,43
m 1,50 x 0,60	20,12	257,52	31,15	453,69
Interazione volume x spaziatura				
V1 S1	18,30	264,05	26,99	438,93
V1 S2	19,14	239,06	29,40	420,43
V2 S1	18,94	268,17	25,90	413,00
V2 S2	20,91	271,77	30,39	439,57
V3 S1	20,01	284,41	28,05	403,36
V3 S2	20,30	261,71	34,26	501,07
Concimazione				
Testimone	19,48	261,59	28,83	442,00
N1	19,74	269,04	29,10	446,50
N1 P1	19,37	262,04	29,56	444,00
N1 P1 K1	19,36	261,25	29,48	448,92
N2 P2	19,67	262,92	28,46	432,08
Letame	19,60	268,01	28,42	450,50
Letame + concimaz. min.	19,97	270,19	30,29	458,42
Media generale				
	19,60	264,86	29,16	446,06
Valori di F				
Volumi di adacquamento	1,62n.s.	1,92n.s.	4,79n.s.	9,71n.s.
Spaziatura	4,52n.s.	3,05n.s.	29,64*	1,04n.s.
Interazione V x S	1,03n.s.	1,19n.s.	1,87n.s.	1,31n.s.
Concimazione	0,21n.s.	0,44n.s.	1,07n.s.	1,10n.s.

N.B.: n.s. = non significativo
+ = significativo per P = 0,05

TABELLA 28 - Eregli. Variazione degli elementi nutritivi contenuti nelle foglie (campionate nel luglio 1989) delle pioppelle al primo anno di vegetazione in funzione dei volumi di adacquamento, della spaziatura e della concimazione.

Trattamenti	Elementi nutritivi (sostanza secca)										
	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	S (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
Volumi di adacquamento (V)											
V1	2,624	0,500	2,175	0,660	0,210	0,017	0,442	195	184	23	10
V2	3,341	0,506	2,269	0,717	0,219	0,017	0,438	167	140	21	9
V3	3,487	0,498	2,256	0,757	0,226	0,017	0,398	116	199	21	8
Spaziatura (S)											
m 1,50x0,40	3,244	0,511	2,197	0,717	0,216	0,017	0,425	163	167	22	9
m 1,50x0,60	3,057	0,492	2,269	0,712	0,218	0,017	0,427	156	182	21	9
Interaz. volume x spaziatura											
V1 S1	2,683	0,514	2,125	0,629	0,201	0,017	0,461	216	148	22	10
V1 S2	2,565	0,487	2,234	0,709	0,220	0,017	0,422	176	220	23	9
V2 S1	3,337	0,512	2,291	0,719	0,217	0,017	0,421	165	135	21	8
V2 S2	3,344	0,501	2,248	0,715	0,220	0,016	0,435	170	145	21	10
V3 S1	3,211	0,507	2,175	0,802	0,235	0,017	0,394	110	210	23	9
V3 S2	3,262	0,490	2,336	0,713	0,216	0,017	0,403	122	182	18	8
Concimazione											
Testimone	3,078	0,508	2,237	0,694	0,213	0,017	0,463	182	168	21	9
N1	2,983	0,487	2,161	0,731	0,221	0,017	0,425	179	177	22	9
N1 P1	3,224	0,507	2,166	0,741	0,222	0,018	0,423	133	173	22	9
N1 P1 K1	3,207	0,498	2,292	0,700	0,214	0,018	0,404	145	173	21	8
N2 P2	3,259	0,490	2,168	0,939	0,224	0,017	0,424	158	184	21	9
Letame	3,162	0,509	2,274	0,688	0,217	0,017	0,424	169	170	21	9
Letame+concimaz. min.	3,140	0,512	2,534	0,709	0,215	0,016	0,419	151	176	20	9
Media generale											
	3,150	0,502	2,233	0,714	0,218	0,017	0,426	160	174	21	9
Valori di F											
Volumi di adacquamento	0,54n.s.	0,14n.s.	0,28n.s.	0,30n.s.	0,16n.s.	0,48n.s.	0,34n.s.	1,14n.s.	0,40n.s.	0,43n.s.	0,17n.s.
Spaziatura	1,72n.s.	0,45n.s.	1,16n.s.	0,01n.s.	0,37n.s.	0,01n.s.	0,11n.s.	0,45n.s.	4,12n.s.	0,44n.s.	0,44n.s.
Interazione V x S	0,91n.s.	0,52n.s.	0,80n.s.	1,81n.s.	1,15n.s.	2,84n.s.	2,29n.s.	0,47n.s.	1,77	15,03*	1,26n.s.
Concimazione	0,47n.s.	0,49n.s.	1,66n.s.	1,00n.s.	0,52n.s.	0,68n.s.	1,46n.s.	0,88n.s.	0,21n.s.	0,86n.s.	0,37n.s.

N.B.: n.s. = non significativo
+ = significativo per P = 0,05

VIAFLO è il nome dato dalla Du Pont de Nemours, U.S.A., alla guaina porosa a nastro, fabbricata con una sostanza plastica speciale (polietilene) chiamata Tyvek. I pori della guaina hanno un diametro di 4-5 μm e consentono una erogazione di 0,3-0,5 l/m e per ora alla pressione di 0,1-0,3 kg/cm^2 . La guaina viene installata alla profondità di circa 5 cm e, immettendovi l'acqua a bassa pressione, si ha una trasudazione omogenea attraverso le pareti porose che bagna uniformemente il terreno intorno alle piantine.

Data la possibilità per gli Istituti di ricerca della SAF di operare in ambienti con caratteristiche ecologiche molto diverse, le prove sono state effettuate a Casale Monferrato (AL), presso l'azienda sperimentale Mezzi, annessa all'ISP e a Passo di Treia (MC), presso l'azienda Santa Maria in Selva, su vivai commerciali, messi a dimora nella primavera 1986 e destinati alla produzione di pioppelle di due anni.

In entrambe le località sono state poste a confronto le seguenti sei tesi:

- testimone non irrigato non concimato;
- testimone non irrigato ma concimato;
- irrigazione a goccia senza concimazione;
- irrigazione a goccia con concimazione;
- irrigazione con sistema VIAFLO senza concimazione;
- irrigazione con sistema VIAFLO con concimazione.

Le tesi in campo sono state distribuite adottando uno schema a parcella suddivisa, assegnando i parcelloni ai metodi irrigui (goccia, VIAFLO e testimone non irrigato) e le par-celle alla concimazione (concimato e non concimato), con quattro replicazioni.

L'irrigazione a goccia è stata fatta disponendo lungo le file, a ridosso delle piantine, le ali gocciolanti costituite da un tubo di polietilene a bassa densità PN6 del diametro di mm 16, con gocciolatori del tipo a labirinto della Lego con

di diametro di mm 20, ad una uscita e con portata oraria di 4 litri. I gocciolatori sono stati disposti a m 1 l'uno dall'altro.

L'irrigazione per trasudazione è stata ottenuta interrando la guaina a nastro lungo la fila, a circa cm 10 dalle piantine, ad una profondità di circa cm 5. Per effetto della pressione (0,2 atm) dell'acqua inviata all'interno della guaina il nastro si gonfiava e consentiva il passaggio dell'acqua e la trasudazione attraverso i micropori realizzando una portata oraria di 0,3-0,5 litri per metro lineare.

La fertilizzazione è stata effettuata utilizzando concime liquido dal titolo 14.7.7 che veniva iniettato con pompe TMB, di costruzione israeliana, all'inizio della tubazione d'irrigazione principale nel quantitativo di 136 kg/ha per settimana. La soluzione nutritiva veniva immersa in un terreno efficientemente imbibito per evitare il contatto con i complessi assorbenti del mezzo e quindi favorire la sua pronta disponibilità per le piante. Inoltre, dopo ogni somministrazione continuava l'irrigazione con acqua pura per facilitare la penetrazione degli elementi nutritivi in profondità.

La fertirrigazione è stata effettuata dal 13 giugno al 26 agosto il primo anno e dal 12 giugno al 25 agosto il secondo anno con quantitativi totali pari nel biennio a 227 kg/ha di N_2 , 114 kg/ha di P_2O_5 e 114 kg/ha di K_2O . Nel testimone gli stessi quantitativi di concime sono stati distribuiti in due volte nel 1986 (25.6 e 14.7) e in una sola nel 1987 (14.7), diluendo il fertilizzante liquido in acqua e interrando la soluzione con assolcatore alla profondità di circa 10 cm alla distanza di 20-30 cm dalla fila.

A Casale Monferrato il terreno presentava nello strato arato tessitura sabbiosa (80% sabbia, 15% di limo e 5% di argilla), aveva reazione tendenzialmente subalcalina (il pH de-terminato in H_2O

variava da 7,4 a 7,6) risultava povero in sostanza organica e ben dotato in azoto, fosforo e potassio. Le talee, del clone I-214, della lunghezza di cm 20, sono state poste a cm 60 una dall'altra su file distanti m 2,20.

Le parcelle erano costituite da 8 file di 25 metri contenenti 40 piante ciascuna. Ai fini della misurazione, per evitare gli effetti di bordo, non sono state considerate le due file laterali e le sette piante di testa e le otto di coda delle altre 6 file. I rilievi dendrometrici sono stati quindi effettuati su 25 piante per fila pari a un totale di 150 piante per parcella.

A Passo di Treia (MC) la prova è stata condotta in un vi-vaio costituito con talee del clone Luisa Avanzo su un terreno che presentava nello strato arato, tessitura franca (48% sabbia, 26% limo e 26% argilla), aveva reazione alcalina (il pH determinato in H₂O variava da 8,2 a 8,3) e risultava mediamente ben fornito di elementi nutritivi.

La dimensione delle talee, la spaziatura, le tesi e la loro distribuzione in campo sono le stesse adottate nella prova condotta a Casale Monferrato.

Le parcelle erano costituite da 12 file lunghe m 19,8 e contenenti 33 piante ciascuna. Le 20 piante interne delle otto file centrali sono state utilizzate per i rilevamenti.

I rilevamenti sono consistiti:

- nella misura dell'altezza totale nel corso della prima stagione vegetativa e alla fine del I e II anno;
- nella misura dei doppi diametri all'altezza di m 0,5 da terra alla fine del I anno e di m 1 da terra alla fine del II anno.

Inoltre, per indagare l'effetto del fertilizzante sullo stato di nutrizione delle piante, è stato fatto un prelievo annuo di foglie, il 15 settembre nella prima stagione vegetativa e il 6 agosto nella seconda, sulle quali sono stati determinati

i contenuti in N₂, P₂O₅ e K₂O. A tale scopo su 30 piante per parcella sono state campionate due foglie fisiologicamente mature per pianta, cioè che avevano ultimato l'accrescimento per distensione, corrispondenti alla 8° e 9° al primo anno e alla 10° e 11° al secondo rispetto all'apice. A Casale Monferrato le pioppelle sono cresciute con regolarità in entrambe le annate raggiungendo dimensioni normali per la stazione (TABELLA 29). All'inizio di agosto del primo anno, l'accrescimento in altezza (TABELLA 29) risultava esaltato significativamente dall'irrigazione ma senza distinzione tra i due metodi irrigui. Successivamente le differenze dovute all'irrigazione si sono attenuate, risultando modeste alla fine della prima stagione vegetativa e sparendo del tutto alla fine della seconda.

TABELLA 29 - Casale Monferrato. Dati dendrometrici rilevati all'inizio di agosto del primo anno e alla fine delle due stagioni vegetative.

Tesi	4.8.86		1.9.86		1.9.87	
	Altezza totale (cm)	Diametro m 0,5 (mm)	Altezza totale (cm)	Diametro m 1,0 (mm)	Altezza totale (cm)	
Testisone	226,83	33,20	361,67	54,62	862,55	
Testisone concinato	227,61	32,73	363,00	54,21	870,75	
Irr. goccia	239,09	34,26	357,64	55,58	868,14	
Irr. goccia + concimazione	243,39	34,64	356,43	56,11	867,32	
Irr. viaflo	245,88	34,92	365,88	56,83	875,28	
Irr. viaflo + concimazione	242,29	35,61	365,49	57,43	883,17	
Media generale	237,64	34,23	361,68	55,79	871,20	
Medie Irr.:						
Testisone	227,22	32,96	362,33	54,41	866,65	
Goccia	241,64	34,45	357,04	55,84	867,73	
Viaflo	244,08	35,26	365,68	57,13	879,22	
Medie conc.:						
non concinato	237,53	34,13	361,73	55,67	866,66	
concinato	237,76	34,33	361,64	55,91	883,17	
Valori di F:						
Irrigazione (I)	10,25*	5,91*	1,08n.s.	2,70n.s.	0,21n.s.	
Concimazione (C)	0,01n.s.	0,66n.s.	0,00n.s.	0,45n.s.	0,70n.s.	
Interazione I x C	0,66n.s.	0,20n.s.	0,02n.s.	0,88n.s.	0,24n.s.	

L'accrescimento in diametro è stato influenzato positivamente dall'irrigazione, senza distinzione tra i metodi, in maniera statisticamente significativa nel corso del primo anno e in maniera meno evidente nel corso del secondo anno. Infatti, le differenze tra le tesi pur risultando abbastanza nette non raggiungono le soglie della significatività statistica (TABELLA 29). L'accrescimento, sia in diametro che in altezza, nel corso del

primo e del secondo anno, non è stato influenzato significativamente dalla somministrazione del fertilizzante liquido né tramite l'irrigazione a goccia né con il VIAFLO. La somministrazione del fertilizzante liquido ha influito significativamente sul contenuto in azoto delle foglie della seconda vegetazione (TABELLA 30). L'irrigazione ha invece provocato un aumento significativo del tenore in fosforo delle foglie nel primo anno e di quello in potassio nel secondo (TABELLA 30).

TABELLA 30 - Casale Monferrato. Contenuti minerali delle foglie. Soltanto l'irrigazione ha avuto effetti statisticamente significativi sul contenuto delle foglie in fosforo nel primo anno e in potassio nel secondo.

Tab. 30 - Casale Monferrato - Contenuti minerali delle foglie (% s.s.)

Tesi	Campioni prelevati il 15.9.1986				Campioni prelevati il 5.8.1987			
	Ceneri	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Testimone								
senza concimazione	7,13	4,37	0,424	2,50	3,67	0,625	2,57	
con concimazione	7,05	4,42	0,440	2,38	3,95	0,665	2,69	
Irrigazione goccia								
senza concimazione	7,28	4,44	0,467	2,55	3,83	0,734	2,96	
con concimazione	7,35	4,49	0,486	2,40	3,99	0,692	2,91	
Irrigazione Viaflo								
senza concimazione	7,18	4,40	0,497	2,43	4,00	0,699	2,80	
con concimazione	7,28	4,52	0,500	2,53	4,14	0,717	2,81	
Media generale	7,21	4,42	0,468	2,46	3,93	0,689	2,79	
Media irrigazione								
Testimone	7,09	4,39	0,437	2,44	3,81	0,645	2,63	
Irr. goccia	7,31	4,46	0,477	2,48	3,91	0,713	2,93	
Irr. Viaflo	7,23	4,46	0,497	2,48	4,07	0,708	2,80	
Media concimazione								
Non concimato	7,19	4,40	0,479	2,49	3,83	0,686	2,77	
Concimato	7,23	4,47	0,474	2,43	4,03	0,691	2,80	
Valori di F:								
Irrigazione (I)	2,10n.s.	1,23n.s.	5,82+	0,18n.s.	1,65n.s.	0,81n.s.	7,26+	
Concimazione (C)	0,46n.s.	2,14n.s.	0,27n.s.	2,67n.s.	25,70++	0,10n.s.	0,11n.s.	
Interazione (I x C)	0,42n.s.	0,21n.s.	0,04n.s.	4,96+	1,22n.s.	1,99n.s.	0,43n.s.	

Sul piano pratico non si notano interazioni significative tra irrigazione e concimazione né sull'accrescimento né sui contenuti minerali delle foglie.

A Passo di Treia alla fine del primo anno, mentre l'accrescimento in diametro non presentava differenze tra le tesi, l'accrescimento in altezza risultava aumentato significativamente dall'irrigazione (TABELLA

31). Alla fine del secondo anno è andata aumentando significativamente la differenza sia in altezza totale che in diametro tra testimone ed irrigato, senza alcuna distinzione tra i metodi irrigui. Il fertilizzante liquido non ha influito né sull'accrescimento né sulla concentrazione in elementi nutritivi delle foglie.

TABELLA 31 - Passo di Treia. Dati dendrometrici rilevati alla fine delle due stagioni vegetative.

Tab. 31 - Passo di Treia (MC) - Dati dendrometrici rilevati alla fine delle due stagioni vegetative

Tesi	1986		1987		
	Diametro m 0,5 (mm)	Altezza totale (cm)	Diametro m 1,0 (mm)	Altezza totale (cm)	
Testimone	26,85	344,75	42,60	561,45	
Testimone concimato	26,75	339,56	43,24	562,23	
Irr. goccia	27,48	377,02	48,44	652,15	
Irr. goccia + concimazione	27,47	366,68	47,89	643,07	
Irr. viaflo	24,27	335,07	47,15	678,47	
Irr. viaflo + concimazione	28,07	366,51	48,44	610,58	
Media generale	26,81	354,93	46,29	617,99	
Medie irr.:					
Testimone	26,80	342,16	42,92	561,84	
Goccia	27,47	371,85	48,17	647,61	
Viaflo	26,17	350,79	47,80	644,53	
Medie conc.:					
non concimato	26,20	352,28	46,06	630,69	
concimato	27,43	357,58	46,52	605,29	
Valori di F:					
Irrigazione (I)	1,54n.s.	6,0+	47,72++	15,13++	
Concimazione (C)	1,63n.s.	0,19n.s.	0,25n.s.	2,20n.s.	
Interazione I x C	1,78n.s.	1,17n.s.	0,34n.s.	1,56n.s.	

Viceversa, l'irrigazione ha influenzato positivamente l'assorbimento del fosforo (TABELLA 32). Nemmeno in questa stagione si è rilevata interazione tra concimazione e irrigazione.

La buona dotazione in elementi nutritivi dei due terreni utilizzati e il notevole sviluppo radicale delle piante irrigate nell'area bagnata può aver consentito alle medesime di reperire nelle zone del terreno in condizioni idriche ottimali le loro necessità alimentari in misura sufficiente senza bisogno di ulteriori apporti con la fertirrigazione. È evidente che aumentando la superficie assorbente delle radici si ha una migliore esplorazione e utilizzazione del volume di terreno disponibile.

TABELLA 32 - Passo di Treia. Contenuti minerali delle foglie.

Tab. 32 - Passo di Treia (MC) - Contenuti minerali delle foglie (% s.s.)

Tesi	Campioni prelevati il 14.9.1986			
	Ceneri	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Testimone				
senza concimazione	7,70	4,06	0,59	2,10
con concimazione	8,10	3,95	0,55	2,08
Irrigazione goccia				
senza concimazione	7,75	4,17	0,65	2,08
con concimazione	7,73	4,21	0,63	2,13
Irrigazione Viaflo				
senza concimazione	7,45	3,94	0,60	2,05
con concimazione	7,90	4,11	0,73	2,10
Media generale	7,77	4,05	0,62	2,09
Media irrigazione				
Testimone	7,90	4,00	0,57	2,09
Irr. goccia	7,74	4,19	0,64	2,10
Irr. Viaflo	7,68	4,02	0,66	2,08
Media concimazione				
Non concimato	7,63	4,05	0,61	2,08
Concimato	7,91	4,09	0,64	2,10
Valori di F:				
Irrigazione (I)	1,37n.s.	0,24n.s.	8,52+	0,15n.s.
Concimazione (C)	4,30n.s.	0,07n.s.	0,52n.s.	0,25n.s.
Interazione (I x C)	1,29n.s.	0,39n.s.	3,22n.s.	0,25n.s.

Accrescimento del pioppo in vivaio in funzione della densità di impianto delle talee e della fertilità della stazione

Per verificare l'influenza della fertilità della stazione sull'accrescimento delle pioppelle in vivaio, è stata fatta un'ampia serie di prove utilizzando sempre lo stesso clone (Luisa Avanzo) e adottando 8 densità di impianto diverse (da un minimo di 4.545 piante ad ha ad un massimo di 15.151). Le 8 densità sono state realizzate con una distanza di 2,20 m tra le file e con distanze sulla fila crescenti da un minimo di 30 cm ad un massimo di 100 cm, con un modulo di 10 cm. Per ogni distanza sono state impiegate 50 talee disposte a 10 per fila su 5 file. Per ogni distanza sono state fatte 5 replicazioni.

Le caratteristiche granulometriche dei terreni variano dal sabbioso (Casale Monferrato), al franco (Gazzo, Botricello, Casalotti) al franco argilloso (Sarmato, Giarole, Palazzolo dello Stella). Gli ultimi terreni presentano qualche difficoltà di

drenaggio. Per quanto riguarda gli elementi nutritivi (N, P e K), nessuno dei terreni presenta carenze evidenti. Sulla base dei risultati ottenuti si può affermare che gli accrescimenti aumentano in maniera sorprendente con l'aumentare delle distanze tra le piante sulla fila in particolare durante il secondo anno di vegetazione e più in diametro che in altezza. In maniera altrettanto sorprendente variano gli accrescimenti delle piante da una stazione all'altra, raggiungendo misure considerevoli nei terreni più sciolti e molto inferiori in quelli più pesanti, soprattutto dove il drenaggio era meno efficiente (FIGURA 9). Le necessità di spazio sono maggiori per le piante che crescono nei terreni più fertili rispetto a quelle che crescono nei terreni meno fertili, se si vuole ridurre o contenere la competizione tra le piante. La concimazione ricevuta è stata grosso modo la stessa in tutti i vivai e con l'irrigazione si è cercato di evitare alle piante lunghi periodi di siccità durante il periodo vegetativo. È evidente che nelle stazioni con minore accrescimento non è stata la mancanza di elementi nutritivi a limitare la crescita e non sarebbe stato possibile colmare le differenze nello sviluppo con una concimazione più abbondante nei terreni che hanno dato le rese più basse.

Si può dire che i terreni a confronto hanno potenzialità diverse e che l'accrescimento delle piante non dipende soltanto dalla fertilità chimica ma anche e, soprattutto, dalla fertilità agronomica. Questa è la risultante di tutta una serie di caratteristiche di ordine fisico, chimico, biologico e colturale, con equilibri delicati e complessi. Non si può pretendere di incrementare la crescita intervenendo soltanto con apporti di fertilizzanti chimici.

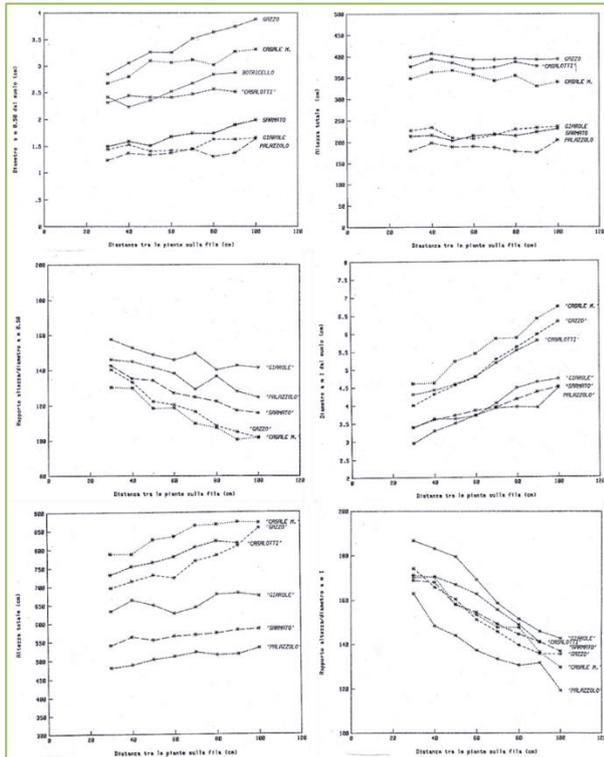


FIGURA 9 - Variazione dell'accrescimento in diametro (d) e in altezza (h) e del rapporto h/d delle pioppelle F1R1 e F2R2 in funzione della distanza sulla fila (distanza tra le file 2,20 m) e della fertilità della stazione.

Suddivisione delle pioppelle in classi di diametro

La normativa, già dal D.M. dell'8 marzo 1975, prevede per le pioppelle una suddivisione in base al diametro, rilevato a 50 cm dal suolo per quelle di un anno e a 1 m per quelle di due anni, operazione che viene più agevolmente effettuata su piante ancora in piedi.

A parità di diametro, cioè nella stessa classe, rientrano le pioppelle dominanti del primo vivaio e quelle dominate del secondo. Cioè con le norme ministeriali vengono poste nella stessa classe piante che fisiologicamente non sono assolutamente comparabili. In altre parole, la divisione nelle cinque categorie commerciali, pur essendo comunemente adottata per pioppelle allevate in vivai con accrescimenti alquanto diversi, spesso non consente di individuare materiale di impianto omogeneo semplicemente

facendo riferimento al diametro del fusto all'altezza di 50 o di 100 cm dal suolo, rispettivamente per le pioppelle di uno e di due anni. Mentre il D.M. dell'8 marzo 1975 prevedeva per le regioni mediterranee 5 classi di dimensioni, il Decreto legislativo del 2003, aumentando il diametro minimo a 30 mm e alzandolo a media lunghezza, cioè praticamente da 1 m a oltre 2 m, di fatto ha eliminato la prima classe (8-9,5 cm di circonferenza a 1 m dal suolo) cioè piante dominate in gran parte dei vivai, e anche la seconda (9,5-12 cm) e in alcuni casi anche pioppelle della terza classe (12-14,5 cm) (FIGURA 10).



FIGURA 10 - Esempio di variabilità nelle dimensioni delle pioppelle in vivaio del clone I-214. Nello spazio di alcuni metri si possono vedere pioppelle della classe 12-14,5, 14,5 -17 e oltre 17 cm di circonferenza a 1 m dal suolo.

In questo modo vengono escluse dal commercio pioppelle provenienti da vivai come quello di Sarmato (FIGURA 11) e vengono favorite pioppelle di dimensioni molto più elevate come quelle del vivaio di Gazzo Bigarello.

Le pioppelle più sviluppate, che provengono da terreni più leggeri, di solito presentano densità basale più bassa e tendenza a disidratarsi più rapidamente di quelle cresciute su terreni più pesanti con più alta densità basale e maggior contenuto in acqua (SEKAWIN & FRISON, 1969). A mio parere bisogna tener

presente che l'appartenenza ad una determinata classe commerciale non è una garanzia delle buone qualità intrinseche delle pioppelle, che dipende invece dalla posizione "sociale" che avevano in vivaio e dalle caratteristiche fisiche della stazione di provenienza.

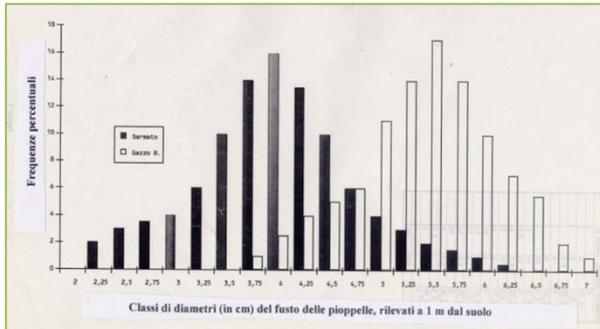


FIGURA 11 - Distribuzione delle frequenze nelle varie classi diametriche delle pioppelle di due anni in vivai coltivati su terreni con caratteristiche fisiche diverse.

Confronti tra pioppelle appartenenti alla stessa "posizione sociale" ma di dimensioni e di età diverse

Secondo la mia esperienza la variazione delle frequenze delle categorie commerciali delle pioppelle del clone "I-214" nei diversi vivai è piuttosto elevata e si può sostenere con certezza che tale variabilità sia ancora maggiore nei vivai di altri cloni.

La convenienza di utilizzare per gli impianti pioppelle cresciute in vivaio senza subire evidenti fenomeni di competizione emerge chiaramente dai risultati delle seguenti due prove.

Nella prima esperienza sono state utilizzate pioppelle di due anni di cui metà con diametri riferibili alla categoria commerciale del "verde" (12-14,5 cm) e metà a quella del "celeste" (>17 cm), prelevate da due vivai distinti, caratterizzati da accrescimenti medi diversi: modesto il primo e molto buono il secondo. Di conseguenza tutte le pioppelle appartenevano alla classe di diametro delle plusvarianti in quanto

scelte tra quelle di sviluppo maggiore e più equilibrato in ciascuno dei due vivai. I dati ottenuti sono illustrati nelle FIGURA 12.

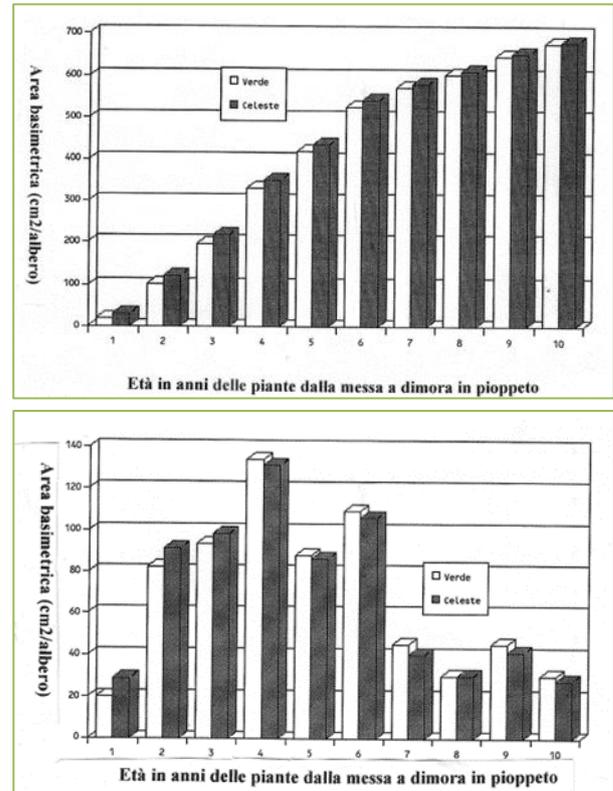


FIGURA 12 - Accrescimento (in alto) e incremento corrente in area basimetrica di pioppelle cresciute in due vivai diversi e appartenenti alla classe di diametro maggiore in ciascun vivaio.

Le differenze iniziali si vanno attenuando nel corso degli anni fino a sparire quasi del tutto nella seconda metà del ciclo. Gli incrementi annui delle pioppelle del "verde", rispetto a quelli delle pioppelle del "celeste", meno elevati nei primi tre anni, in quelli successivi appaiono addirittura leggermente superiori, anche se con differenze statisticamente non significative, ma sufficienti per pareggiare la produzione finale.

Nella seconda esperienza sono state confrontate pioppelle di un anno con pioppelle di due anni di vivaio, appartenenti sia le prime che le seconde alle categorie commerciali superiori,

proprie delle rispettive età. I risultati conseguiti sono illustrati nella FIGURA 13.

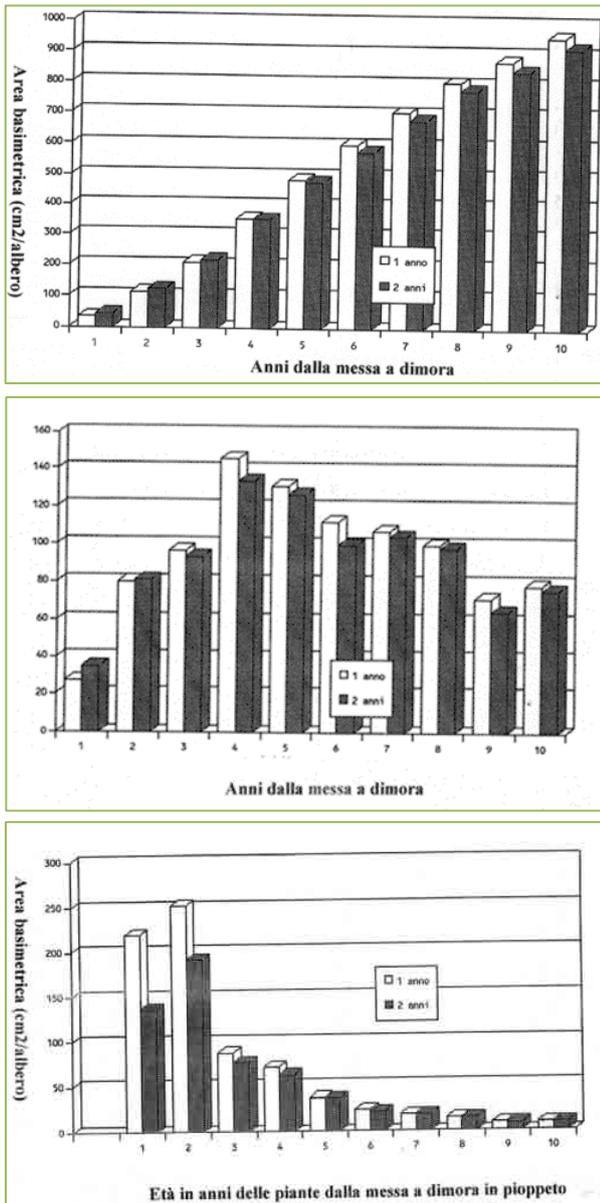


FIGURA 13 - Accrescimento negli anni (in alto), incremento corrente (in mezzo) e incremento percentuale annuo in area basimetrica (in basso).

In questo caso le differenze di accrescimento iniziali si attenuano in maniera ancora più rapida. Gli incrementi annui delle pioppelle di 1 anno appaiono inferiori soltanto nei primi due anni e già dal terzo anno risultano pari a quelli delle pioppelle di 2 anni. Gli incrementi percentuali delle pioppelle di un anno risultano molto superiori a quelli relativi

alle pioppelle di due anni sin dal primo anno dalla messa a dimora e per almeno un quadriennio. La produzione finale dei due tipi di piante è praticamente la stessa. Questa esperienza è stata ripetuta in diversi ambienti con pioppelle di diversi cloni (BL Costanzo, San Martino, Neva e Luisa Avanzo), tutti caratterizzati da spiccata dominanza apicale, conseguendo sempre risultati analoghi a quelli descritti (FRISON, 1978). Per amor di chiarezza va però precisato che conviene accordare la preferenza alle pioppelle di due anni quando si impiegano cloni con scarsa dominanza apicale (come, ad esempio, Boccari, 302 San Giacomo), per ragioni di ordine pratico legate in particolare alla potatura.

Da quanto sopra esposto emerge che le pioppelle, siano esse di uno o di due anni, con equilibrato sviluppo ipsodiametrico, cioè cresciute in vivaio con densità adeguate, in modo da attenuare i fenomeni di competizione, anche se non hanno raggiunto le dimensioni prefissate dalle due classi superiori, hanno anch'esse ottime potenzialità di accrescimento e produttive. Conviene sempre tener presente che quando si fa un pioppeto bisogna utilizzare pioppelle dalla stessa classe di diametro provenienti dallo stesso vivaio; se si dispone di pioppelle di classi diverse è bene piantarle separatamente, cioè in appezzamenti diversi le pioppelle di ciascuna classe, anche se provenienti dallo stesso vivaio.

Le pioppelle di un anno hanno potenzialità produttive non inferiori a quelle di due anni tanto che nella fase giovanile in pioppeto le loro capacità di crescita sono addirittura superiori a quelle di due anni in misura tale da colmare le differenze iniziali nel giro di appena tre quattro anni.

A questo punto può tornare utile fare alcune considerazioni. La divisione nelle

5 classi di diametro del D.M. dell'8 marzo 1975 per pioppelle provenienti da vivai con accrescimenti molto diversi, consentiva di mettere nella stessa classe di diametro pioppelle fisiologicamente molto diverse (FIGURA 11). Il Decreto legislativo del 2003 elimina dal commercio le classi inferiori ma lascia aperta la possibilità di inserire nella stessa classe materiale con caratteristiche fisiologiche diverse.

Una proposta potrebbe essere quella di distinguere le pioppelle di ciascun vivaio, sia di uno che di due anni, in tre classi, come sottoindicato:

- la prima classe per le pioppelle di dimensioni intorno alla media (nell'intervallo compreso tra $m - ks$ e $m + ks$, dove m sta per media e ks indica k volte la deviazione standard, orientativamente si potrebbe proporre un valore di k pari a 0,50);
- la seconda classe per le pioppelle plus varianti;
- la terza classe per le pioppelle minus varianti, dopo aver eliminato, beninteso, quelle di sviluppo più misero o squilibrato.

Conclusioni

Sono state sintetizzate numerose pubblicazioni riguardanti ricerche e prove sperimentali che hanno fornito una serie di dati interessanti la cui importanza e utilità pratica potrà essere valutata *in primis* dai pioppicoltori ma anche dagli altri operatori di questo importante settore economico, ai quali va il mio caldo invito a leggere questo articolo, che mi è costato non poca fatica, e magari anche a esaminare attentamente i lavori originali riportati in bibliografia. La mia esperienza mi ha insegnato che è molto più facile convincere gli interessati fornendo loro informazioni ricavate da prove sperimentali che hanno dato risultati chiaramente positivi e, quindi,

invitandoli a spendere, piuttosto che dicendo loro, sulla base di informazioni altrettanto probanti, che la concimazione del pioppo è una pratica sulla quale si può e si deve essere parsimoniosi.

Ed ecco la sintesi.

Innanzitutto, va detto che sono molto interessanti i numerosi dati delle analisi chimiche effettuate su campioni di foglie, legno e corteccia, prelevati in epoche diverse e a diverse altezze del fusto sia di barbatelle che di pioppelle di uno e di due anni. Questi dati hanno consentito di evidenziare le variazioni dei contenuti delle sostanze nutritive nelle varie parti della pianta in funzione della loro età e dell'epoca di campionamento e in particolare di studiare il dinamismo dell'assorbimento degli elementi nutritivi in barbatellaio e in vivaio nel corso del loro ciclo vegetativo annuale o biennale e, infine, ma sul piano pratico non meno importante, di stabilire l'entità dell'assorbimento e dell'effettiva asportazione di sostanze nutritive, presumendo che tutte le foglie e parte delle radici rimangano nel terreno. Questi ultimi dati sono riportati nel testo. L'assorbimento netto di sostanze nutritive procede con un ritmo più rapido della formazione della sostanza secca. Ad esempio, all'inizio di agosto la produzione di quest'ultima ha raggiunto appena il 45% del totale annuo mentre l'assorbimento dell'N e della P_2O_5 sono stati rispettivamente pari al 72% e al 66% e quello del K_2O addirittura dell'85% del totale. È interessante notare che durante il solo mese di luglio ad una produzione di sostanza secca pari al 30% del totale è corrisposto un assorbimento dell'azoto, della P_2O_5 e del K_2O pari rispettivamente ad oltre il 43%, il 39% e il 51% del totale. Nel periodo compreso tra agosto e settembre l'assorbimento netto presenta un ritmo più lento ed in ogni caso meno che proporzionale rispetto alla produzione di sostanza secca. Nel mese

di ottobre la produzione di sostanza secca cessa e l'assorbimento di N e di P_2O_5 continua e, viceversa, diminuisce la quantità di potassio accumulata precedentemente nei tessuti vegetali.

A maggior chiarimento di quanto detto può essere utile aggiungere che il tenore di azoto e di fosforo, sia nel legno che nella corteccia, presenta valori fortemente decrescenti dall'inizio della stagione vegetativa ai primi di ottobre per registrare, però, un fortissimo aumento ai primi di novembre. Nelle foglie il contenuto percentuale di entrambi gli elementi ha valori massimi in quelle più giovani, diminuisce con l'aumentare della loro età fisiologica e presenta punte minime in quelle cadute naturalmente. Dall'insieme dei dati emerge che una parte dell'azoto e del fosforo contenuti nelle foglie prima della loro caduta passa nel fusto. Detta migrazione non è però sufficiente a giustificare l'incremento di tali elementi riscontrato nel legno e nella corteccia; sembrerebbe pertanto che questo sia in parte dovuto anche ad un assorbimento radicale tardivo dal terreno, che prosegue almeno fino ai primi di dicembre. Al contrario di quello che succede per l'azoto e per il fosforo, la quantità di potassio accumulata nella parte epigea della pianta verso la fine del periodo vegetativo subisce una diminuzione.

Nel barbatellaio la produzione di biomassa è risultata molto superiore nell'appezzamento concimato rispetto a quello depauperato. Il depauperamento del terreno ha provocato una continua diminuzione del contenuto in azoto e di sostanza organica del suolo mentre non ha influito minimamente sul contenuto in fosforo ed in potassio. I contenuti minerali degli astoni della parcella concimata presentano un più alto contenuto in azoto, con differenze significative nel 1973 e nel 1974 e un più

basso contenuto in P_2O_5 , con differenze nette nel 1972 e ancora più marcate nel 1974. Per il contenuto in K_2O non sono state invece notate differenze significative tra i polloni dei due appezzamenti. In altri termini la concimazione da un lato e il depauperamento dall'altro hanno avuto effetti positivi significativi soltanto sul contenuto in azoto, determinandone un aumento apprezzabile sul fusto e spiccato sulle foglie per tutto il periodo vegetativo sulle piante concimate e di segno contrario sulle altre.

Si può ritenere che il tenore di azoto nelle foglie delle piante coltivate sul terreno depauperato sia sceso a livelli prossimi alla soglia di carenza: da un valore minimo di 2,17% ad un massimo di 2,86% contro un minimo del 3% ad un massimo 3,9% del confronto.

Nel vivaio sembra necessario ribadire che, tenuto conto degli studi sin qui compiuti, la concimazione deve essere vista come un intervento indispensabile in terreni costituzionalmente carenti in elementi nutritivi, mentre negli altri casi l'apporto dei fertilizzanti può essere utile ai fini del mantenimento della fertilità del terreno e della prevenzione di eventuali squilibri nutrizionali. La concimazione fogliare, con azotati o con microelementi, ha dato risultati di scarso interesse.

Nei terreni calcarei, con un contenuto in calcare attivo superiore al 6-7% nei terreni più pesanti e qualche punto in più in quelli più leggeri, spesso si manifestano fenomeni di clorosi ferrica con conseguenze negative sull'accrescimento delle pioppelle. Nei vivai colpiti da questa carenza una cura efficace consiste nella somministrazione di chelati di ferro per via radicale, tramite l'irrigazione a goccia, i quali vengono rapidamente assorbiti dalle radici, trasmigrano nelle foglie e mettono la pianta in condizioni di superare la turba fisiologica molto rapidamente (una settimana). Con questa

tecnica, peraltro un poco costosa ma sopportabile in vivaio, il problema della clorosi ferrica può considerarsi risolto. La somministrazione di chelati di Fe per via radicale è di gran lunga più efficace della somministrazione per via fogliare, come è stato dimostrato in apposite prove sperimentali.

Per sfruttare l'effetto positivo dei composti umici che derivano dal letame in terreni calcari del Friuli, nei quali in precedenza si era manifestata clorosi ferrica nelle piantine di pioppo in vivaio, è stata condotta una prova utilizzando un composto, costituito da una miscelanza di letame e solfato ferroso, nel tentativo di prevenire la carenza di ferro e di favorire la crescita delle piante. Dai rilevamenti dendrometrici effettuati a fine stagione vegetativa le pioppelle delle parcelle trattate con composto presentavano diametri ed altezze più elevati di quelle di tutte le altre tesi anche se con differenze statisticamente non significative. Le osservazioni più importanti sono state effettuate durante la seconda stagione vegetativa nel corso della quale la clorosi si è manifestata nelle parcelle del testimone e in quelle trattate con chelati sia per via fogliare che per via radicale, mentre non si è avuta la comparsa di ferro-carenza o si è manifestata soltanto in forma molto lieve nelle due parcelle trattate con il composto, nelle quali le pioppelle hanno avuto anche un maggiore accrescimento. Infatti, dai rilevamenti dendrometrici effettuati a fine stagione vegetativa sia i diametri che le altezze delle pioppelle trattate risultavano superiori a quelli delle piante di tutte le altre tesi che tra di loro presentano differenze minime. I chelati di ferro, utilizzati in via preventiva, sono risultati inefficaci perché nel terreno hanno una durata limitata.

La verifica sperimentale dell'efficacia della pollina, in confronto al letame e ai

concimi minerali, effettuata con una serie di quattro prove in altrettanti vivai della SAF con caratteristiche pedoclimatiche molto diverse, non ha sortito esiti positivi. I risultati delle quattro prove, malgrado siano state condotte in terreni molto diversi per caratteristiche pedologiche e, soprattutto, climatiche, nel complesso sono molto omogenei sia per quanto riguarda sia i concimi organici che la loro integrazione con quelli minerali. L'inefficacia dei concimi è stata registrata non soltanto sull'accrescimento ma anche sui valori dei nutrienti contenuti delle foglie dei tre principali elementi della fertilità. Queste esperienze dimostrano che i risultati positivi di prove in vaso statisticamente probanti non sempre possono trovare conferma in prove di pieno campo.

Le due prove di irrigazione a goccia, in combinazione con la concimazione organica (compost) e minerale (NPK), ha dato i seguenti risultati. A Casale l'effetto dell'irrigazione è risultato evidente, in particolare alla fine del secondo anno di vegetazione, sia sul diametro che sull'altezza delle pioppelle. Non sono risultate invece significative le differenze tra i diversi volume di adacquamento. La concimazione, sia organica che minerale, non ha influito significativamente sull'accrescimento né in diametro e né in altezza delle pioppelle. L'irrigazione ha avuto un effetto molto evidente sullo sviluppo dell'apparato radicale delle pioppelle. Da aprile a settembre a Casale Monferrato le precipitazioni sono state di 390 mm nel 1978 e di 335 mm nel 1979. Nel corso dei due anni il testimone asciutto avrebbe ricevuto un volume idrico pari a 7792 m³/ha e il livello 1,5, ritenuto sufficiente, 13490 m³/ha. Il coefficiente di evapotraspirazione, calcolato sulla base della produzione di biomassa avuto nelle parcelle irrigate con il volume 1,5, è risultato di 370 l/kg di

sostanza secca a Casale Monferrato e di 350 l/kg ad Orbassano. Nel vivaio di Orbassano l'influenza dell'irrigazione sull'accrescimento è risultata più debole.

Nella prova di Eregli, in Turchia, nella quale l'irrigazione a goccia è stata studiata in combinazione con la spaziatura e con la concimazione organica (letame), l'effetto più evidente sull'accrescimento delle pioppelle è quello della spaziatura. Le pioppelle poste a 1,50 x 0,60 m alla fine del secondo anno di vegetazione presentano un diametro significativamente più elevato e sono meno filate di quelle poste a 1,50 x 0,40 m. Le pioppelle irrigate presentano valori crescenti sia per il diametro che per l'altezza con l'aumentare del volume di adacquamento ma con differenze statisticamente non significative. L'accrescimento risulta massimo con il V2 al primo anno e con il V3 al secondo per cui, orientativamente, si può ritenere siano sufficienti 6000 m³/ha nella prima stagione vegetativa e 7500-8000 m³/ha nella seconda, distribuiti da aprile a ottobre. La concimazione non ha avuto effetti positivi statisticamente significativi sull'accrescimento delle pioppelle. Per quanto riguarda i contenuti di elementi nutritivi delle foglie dall'analisi statistica dei dati risulta che non vi è stata alcuna influenza: si può soltanto notare che il contenuto di azoto risulta crescente (non in maniera significativa) con il volume di adacquamento. Questo fatto può far pensare che ci possa essere una interazione positiva tra volume di adacquamento e assorbimento dell'azoto. Nelle prove effettuate a Casale Monferrato (AL) e a Passo di Treia (MC) per lo studio dell'interazione tra irrigazione (confronto tra due sistemi: a goccia e con Viaflo) e concimazione con fertilizzanti liquidi, l'irrigazione ha influenzato positivamente l'accrescimento delle pioppelle, senza distinzione tra i due metodi in entrambe le stazioni. La

somministrazione del fertilizzante liquido non ha influito significativamente sull'accrescimento e neppure sul contenuto in elementi nutritivi delle foglie. Sul piano pratico non si notano interazioni significative tra irrigazione e concimazione né sull'accrescimento né sui contenuti minerali delle foglie.

Le prove per lo studio dell'influenza sulla crescita della spaziatura e della fertilità della stazione hanno risultati molto interessanti. Sulla base dei dati ottenuti si può affermare che gli accrescimenti aumentano significativamente con l'aumentare delle distanze tra le piante sulla fila, in particolare durante il secondo anno di vegetazione e più in diametro che in altezza. In maniera altrettanto sorprendente variano gli accrescimenti delle piante da una stazione all'altra, raggiungendo misure considerevoli nei terreni più sciolti e molto inferiori in quelli più pesanti, dove in drenaggio è più lento e la crescita più contenuta. Le necessità di spazio sono maggiori per le piante che crescono nei terreni più fertili rispetto a quelle che crescono nei terreni meno fertili, se si vuole ridurre o contenere la competizione tra le piante. La concimazione ricevuta è stata grosso modo la stessa in tutti i vivai e con l'irrigazione si è cercato di evitare alle piante stasi nella crescita per lunghi periodi di siccità durante il periodo vegetativo. È evidente che nelle stazioni dove le piante hanno avuto un minore accrescimento non è stata la mancanza di elementi nutritivi a limitare la crescita e non sarebbe stato possibile colmare le differenze di sviluppo con una concimazione più abbondante nei terreni che hanno dato le rese più basse. Evidentemente sono le caratteristiche fisiche costituzionali del suolo a condizionare fortemente la crescita delle piante.

Le pioppelle, siano esse di uno o di due anni, con equilibrato sviluppo ipsodiametrico, cioè cresciute in vivaio con densità adeguate, in modo da attenuare i fenomeni di competizione, anche se non hanno raggiunto le dimensioni diametriche delle due classi superiori, come può succedere in terreni pesanti dove crescono più lentamente, hanno anch'esse ottime potenzialità di accrescimento e produttive. È bene tener presente che quando si fa un pioppeto conviene utilizzare pioppelle della stessa classe di diametro provenienti dallo stesso vivaio; se si dispone di pioppelle di classi diverse o della stessa classe ma provenienti da vivai diversi, è bene piantarle separatamente.

Dal quadro sopra esposto emerge che una volta scelto accuratamente il terreno adatto e applicate le cure colturali più adeguate, in particolare le spazature e l'irrigazione, la pratica della concimazione non consente notevoli aumenti di produzione. L'irrigazione, applicata con volumi adeguati, favorisce l'assorbimento degli elementi nutritivi.

Le Tabelle e le Figure di questo contributo sono tratte dalla bibliografia citata e dalla bibliografia consigliata del Dott. Frison.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- FRISON G. (1976). Dosi crescenti di pollina e sviluppo del pioppo in vaso. *Cellulosa e Carta XXVII* (7/8): 37-44.
- FRISON G. (1978). Accrescimento del pioppo in funzione della classe diametrica dei trapianti. *Cellulosa e Carta XXIX* (1): 9-29.
- FRISON G., NEGRO G., BARDELLI P. (1982). Ricerche sulle esigenze idriche del pioppo in vivaio irrigato a goccia. *Cellulosa Carta XXXIII* (10): 3-28.
- SEKAWIN M., FRISON G. (1969). Influenza della stazione su alcune proprietà

fisiche e chimiche e sull'attecchimento delle pioppelle. *Cellulosa Carta XX* (3): 46-50.

BIBLIOGRAFIA CONSIGLIATA

- ALBA I., FRISON G. (1993). Prove sperimentali sulla coltivazione del vivaio di pioppo in Turchia. *Linea Ecologica/Economia Montana* 25 (5): 50-57.
- FRISON G. (1967). Asportazioni minerali nel barbatellaio di pioppo. *Cellulosa Carta XVIII* (12): 10-24.
- FRISON G. (1968). Asportazioni minerali nel vivaio di pioppi euramericani. *Cellulosa Carta XIX* (4): 27-36.
- FRISON G. (1969). Alcuni aspetti della nutrizione minerale del pioppo in vivaio: produzione in sostanza secca ed assorbimento di sostanze nutritive. *Cellulosa Carta XX* (3): 28-34.
- FRISON G. (1974). Ricerche sulla concimazione del pioppo euramericano I-214 in vivaio. *Cellulosa Carta XXV* (7/8): 3-20.
- FRISON G. (1975). Ritmo di assorbimento di elementi minerali nutritivi del pioppo in barbatellaio. *Cellulosa Carta XXVI* (7/8): 25-43.
- FRISON G. (1978). Accrescimento del pioppo in funzione della classe diametrica dei trapianti. *Cellulosa e Carta XXIX* (1): 9-29.
- FRISON G. (1985). La concimazione del pioppo in vivaio. *Giornale di Agricoltura XCV* (20): 40-42.
- FRISON G. (1986a). Indagini sul ritmo di accrescimento di alcuni cloni di pioppo nella Pianura padana. *L'Informatore Agrario XLII* (26): 61-71.
- FRISON G. (1986b). Prove sulla cura della clorosi ferrica del pioppo. *L'Informatore Agrario* 42 (48): 65-72.
- FRISON G. (1992). Nutrizione minerale del pioppo e concimazione in vivaio e in pioppeto. Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura - Casale Monferrato.

FRISON G. (1996). Propagazione del pioppo. *L'Informatore Agrario*, pp. 72.

FRISON G. NEGRO G., BARDELLI P. (1982). Ricerche sulle esigenze idriche del pioppo in vivaio irrigato a goccia. *Cellulosa Carta XXXIII* (10): 3-28.

GIULIMONDI G. (1961). Effetti della concimazione azotata su pioppelle in vivaio. *Cellulosa e Carta XII* (5): 27-30.

LIANI A., FRISON G. (1982). Nuovi orientamenti nell'irrigazione del vivaio di pioppo. *Notizie SAF III* (6): 9-10.