

POSSIBILITA' DELLA PIOPPICOLTURA IN TERRENI MARGINALI: ACIDI, SALSI E CALCAREI

Giuseppe Frison
SAF/ENCC - Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura
Casale Monferrato

1 INTRODUZIONE

2. TERRENI ACIDI

2.1 Generalità

2.2 Materiali e metodi

2.3 Risultati

2.4 Considerazioni

3. TERRENI SALSI

3.1 Introduzione

3.2 Materiali e metodi

3.3 Risultati

3.3.1 Esame delle analisi del terreno

3.3.2 Esame del comportamento delle piante

3.4 Considerazioni

4. TERRENI CALCAREI

4.1 Introduzione

4.2 Materiali e metodi

4.3 Risultati

4.4 Considerazioni

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

6. BIBLIOGRAFIA

7. RESUMÉ

8. SUMMARY

Casale Monferrato, 15 Marzo 1994

POSSIBILITA' DELLA PIOPPICOLTURA IN TERRENI MARGINALI: ACIDI, SALSI E CALCAREI

Giuseppe Frison
SAF/ENCC - Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura
Casale Monferrato

1 INTRODUZIONE

La pioppicoltura in Italia, caratterizzata da alti "input" in termini energetici e monetari, ha interessato nel passato prevalentemente i terreni alluvionali della Pianura Padana affermandosi sia nelle classiche golene sia in aree agricole. In questi ultimi tempi si è assistito a tentativi di diffusione della pioppicoltura anche in aree marginali quali i terreni acidi della barraggia, quelli salsi dei litorali e quelli calcarei collinari.

Le più recenti iniziative promosse dalla CEE nell'ambito della politica agro—forestale, adottate anche in Italia attraverso vari decreti ministeriali, hanno aperto interessanti prospettive nel campo della forestazione produttiva nelle aree abbandonate dall'agricoltura. Bisogna però tener presente che normalmente le superfici ritirate sono quelle meno fertili dell'azienda agraria nelle quali una coltivazione esigente come quella del pioppo, può incontrare notevoli difficoltà ad essere realizzata, non tanto di ordine finanziario, visti gli incentivi comunitari e nazionali, quanto di ordine ecologico e di adattabilità dei cloni commerciali esistenti a particolari situazioni pedologiche.

Le conoscenze sulla pioppicoltura in aree marginali sono molto frammentarie perché le attività di ricerca relative al miglioramento genetico e alle tecniche colturali in passato sono state rivolte prevalentemente ad incrementare le produzioni e i redditi negli ambienti classici per il pioppo, dedicando mezzi spesso trascurabili alle situazioni dove la coltura aveva importanza del tutto secondaria. In tali situazioni i risultati che si conseguono attualmente sono alquanto disformi perché si impiega lo stesso materiale genetico e si adotta la stessa tecnica colturale messa a punto per la pioppicoltura nei terreni fertili di pianura.

Una simile impostazione è da scartarsi a priori perché non tiene conto della minore potenzialità produttiva dei terreni marginali e quindi della necessità di diminuire i costi di produzione attraverso l'impiego di materiale genetico appositamente selezionato e la riduzione al minimo dei lavori di preparazione, per il miglioramento delle condizioni stazionali, e degli interventi colturali.

In attesa dei risultati che potranno essere conseguiti con il miglioramento genetico, in una prima fase orientativa si è ritenuto utile verificare il comportamento di cloni in corso di selezione per la pioppicoltura classica e di genotipi di pioppi spontanei e di pioppi esotici, introdotti sulla base di considerazioni di carattere ecologico, in particolare nei terreni salsi e in quelli calcarei. Per i terreni acidi si è posta l'attenzione sull'opportunità di correggerne la reazione con la calcitazione e di reintegrarne la fertilità chimica con la concimazione minerale.

Per quanto riguarda la tecnica colturale si è cercato:

- 1) di ridurre al minimo indispensabile la preparazione del terreno;
- 2) di impiegare pioppelle di un anno per il loro minor costo, maggiore facilità di trasporto e manovrabilità e per il loro più facile attecchimento;
- 3) di puntare sull'allevamento con tecniche il più possibile semplificate, vicine a quelle proprie della selvicoltura, per la diminuzione dei costi di produzione.

I risultati della sperimentazione qui illustrata potranno essere di aiuto nell'orientare gli operatori agricoli a fare le loro scelte su basi il più possibile concrete.

2. TERRENI ACIDI

2.1 Generalità

Barragge, vaude, groane, sono denominazioni che si riferiscono a zone con terreni ferrettizzati dei pianalti rispettivamente del Vercellese, del Canavese e del Milanese. Le caratteristiche di questi terreni possono variare da un luogo all'altro, essenzialmente in rapporto alla natura litologica del substrato da cui derivano. I terreno delle barragge del Vercellese, e in particolare di quelle dislocate tra Buronzo e Lenta, si sono originati dal disfacimento di materiali costituiti in prevalenza da silicati magnesiaci, presentano un pH peracido e sono scarsamente dotati di elementi nutritivi. La pedogenesi di questi terreni è caratterizzata dal dilavamento dapprima del calcio e delle altre basi alcaline e successivamente, con la comparsa di acidi umici, e quindi in ambiente acido, la lisciviazione coinvolge anche i sesquiossidi di alluminio e di ferro, i quali, allo stato di idrosali, vengono trascinati dagli strati superficiali a quelli più profondi per opera delle acque meteoriche. La vegetazione spontanea che si sviluppa su questi terreni è rappresentata dalla brughiera, tipica associazione erbaceo— arbustiva povera di specie con predominanza del brugo (*Colluna vulgaris*). Tra le specie arboree si può notare il castagno (*Castanea sativa*), la rovere (*Quercus robur*) e la Robinia pseudo— acacia.

La fertilità di questi terreni è molto bassa e le colture agricole sono rese particolarmente difficili. L'utilizzazione più tipica è quella della risicoltura, spesso con risultati produttivi economicamente di scarso interesse.

Verso la fine degli anni 70 anche in aree marginali di questo tipo, dove era in atto una regressione delle colture agrarie, si è assistito a tentativi di diffusione della pioppicoltura. Sull'onda di quella tendenza si è colta l'occasione per avviare una apposita sperimentazione volta all'acquisizione di dati utili per valutare la reale possibilità di coltivare il pioppo, in particolare nei terreni acidi della barraggia di Buronzo (VC). L'importanza delle ricerche scaturisce dalla considerazione che le informazioni relative alla possibilità di migliorare gli accrescimenti del pioppo in terreni acidi, con interventi di concimazione e di calcitazione, sono assai carenti non soltanto nella letteratura italiana ma anche in quella straniera.

2.2 Materiali e metodi

La sperimentazione è stata avviata nel febbraio 1981 costituendo una piantagione a Buronzo, nella Cascina Battiana, con una spaziatura di m 6x5. Nello strato superficiale (topsoil) il terreno presenta tessitura franco sabbiosa, reazione in pH fortemente acida e risulta povero in sostanza organica e in elementi nutritivi (Tab. 1). Va precisato che negli strati sottostanti aumentala la percentuale di limo e di argilla con conseguenze negative sulla permeabilità del suolo (Vedi foto a pag. 13 e 14).

La preparazione del terreno per l'impianto è stata fatta con una scarificazione a 60 cm seguita da una aratura superficiale. All'aratura di scasso è stata preferita la scarificazione per evitare di portare in superficie il terreno dello strato inerte (subsoil).

Pioppelle di un anno di vivaio sono state poste a confronto di pioppelle di due anni, le prime di minor costo e di maggiore maneggevolezza delle seconde; le une e le altre appartenenti, in eguale quantità, a due cloni (LUISA_AVANZO e CIMA), allora ritenuti dal Selezionatore di buona adattabilità ai terreni marginali e di modeste esigenze colturali.

Per la correzione dell'acidità del terreno e per la sua fertilizzazione, la calcitazione e la concimazione sono state effettuate come verrà precisato in seguito.

Le cure colturali sono consistite in un paio di discature annuali e nei trattamenti contro gli insetti xilofagi.

Per la realizzazione della prova in campo è stato adottato uno schema a parcella suddivisa con quattro replicazioni, assegnando al fattore clone i parcelloni, al fattore età delle pioppelle le parcelle e ai trattamenti fertilizzanti e correttivi le subparcelle.

Le subparcelle erano costituite da 25 pioppelle (5 file di 5 piante ciascuna), di cui le 9 centrali utili per i rilevamenti.

La calcitazione è stata effettuata con calce idrata (Ca (OH)), alla dose di kg/albero **1,2** il 15.6.1981, **2** il 23.6.1982, **4** il 1°10.1984, **8** il 10.6.1986 e **10** il 18.6.1987.

La calce è sempre stata sparsa su tutta la superficie e a dosi crescenti con l'età delle piante per evitare ustione alle giovani radici. I quantitativi totali sono stati commisurati al fabbisogno in calce del terreno stimato in laboratorio per cercare di riportare il pH intorno al livello di neutralità.

I concimi minerali sono stati somministrati secondo il seguente calendario:

02.06.1981 Temano 15—16—15 alla dose di 1 kg/albero

14.05.1982 Temano il 11—22—16 alla dose di 1 kg/albero

24.06.1982 Urea 46% alla dose di 0,250 kg/albero

17.10.1984 Perfosfato minerale 19—21% alla dose di 2 kg/albero , Sale potassico 40-42% alla dose di 1 kg/albero

10.06.1986 Temano 15—15—15 alla dose di 3 kg/albero

16.06.1987 Temano 15—15—15 alla dose di 3 kg/albero

I concimi sono stati localizzati intorno all'albero in un raggio di m 1,20 alla prima distribuzione, di m 2 alla seconda e sono stati sparsi su tutta la superficie alla terza e nelle successive.

Per studiare l'influenza della calcitazione e della concimazione sui contenuti minerali del suolo e sullo stato nutritivo delle piante sono stati prelevati dei campioni di terreno e di foglie alle date 11.7.1983, 22.7.1985, 15.7.1986, 10.8.1987.

Per contenere la quantità di lavoro i campionamenti sia per le foglie che per il terreno sono stati effettuati soltanto sulle 32 parcelle costituite con pioppelle di due anni di entrambi i cloni.

Le foglie sono state prelevate dalla parte mediana della gettata dell'anno cresciuta su branca al secondo e terzo anno di vegetazione.

Il campione di ogni parcella è stato costituito raccogliendo circa 20 foglie per piante dai sei alberi centrali, per evitare l'effetto di bordo.

I campioni di terreno sono stati prelevati nello strato corrispondente ai primi cm 30 in cinque punti diversi dell'area relativa alle 6 piante da cui sono state prelevate le foglie. Dalla mescolanza dei cinque prelievi si è ricavato un campione unico da sottoporre all'analisi.

Gli effetti dei trattamenti correttivi e fertilizzanti sono stati messi in evidenza attraverso rilevamenti dendrometrici effettuati alla fine di ogni stagione vegetativa.

2.3 Risultati

I risultati delle analisi dei terreni sono riportati nelle tabelle 1, 2, 3 e 4 e quelli delle analisi delle foglie nelle tabelle 5, 6, 7 e 8.

I dati relativi ai singoli cloni vengono riportati soltanto nel caso in cui siano state riscontrate differenze significative.

Dall'elaborazione statistica dei dati delle analisi chimiche effettuate sui campioni prelevati nelle quattro annate indicate, risulta quanto segue:

— all' 11.7.1983 non si notano effetti significativi sulle caratteristiche chimiche del terreno (pH e disponibilità di elementi nutritivi) né sui contenuti minerali delle foglie, attribuibili alla calcitazione e alla concimazione già effettuate (tabb. 1 e 5);

— al 22.7.1985 appare evidente l'effetto della calcitazione sul pH del terreno e sul contenuto in calcio scambiabile e quella della concimazione sul contenuto in fosforo assimilabile ed in potassio scambiabile (tab. 2). Ciò malgrado entrambi questi trattamenti appaiono ininfluenti sui contenuti minerali delle foglie (tab. 6);

— al 15.7.1986 viene confermato l'effetto della calcitazione in senso positivo sul pH del terreno e sul contenuto in calcio scambiabile e negativo sul contenuto in ferro assimilabile. La concimazione ha influito positivamente anche sul contenuto in fosforo assimilabile ed in potassio scambiabile (tab. 3).

Sui contenuti minerali delle foglie la calcitazione è risultata ininfluenta e la concimazione ha provocato un aumento significativo del contenuto in azoto e di quello in potassio. Viceversa la

somministrazione del fosforo non ha provocato variazioni sulla concentrazione di questo elemento nelle foglie (tab. 7).

- al 10.8.1987 l'effetto della calcitazione appare positivo sul pH del terreno e sul contenuto in calcio scambiabile e negativo sul contenuto in ferro assimilabile e quello della concimazione risulta positivo sui contenuti in potassio e in magnesio scambiabili e sul tenore in fosforo assimilabile (tab. 4). Va precisato che la concimazione fosfatica ha influito positivamente sulla P₂O₅ assimilabile soltanto in assenza di calcitazione. Evidentemente la calce distribuita, oltre ad insolubilizzare parte del ferro disponibile nel terreno ha bloccato gran parte della P₂O₅ aggiunta con la fertilizzazione. Sui contenuti minerali delle foglie, prelevate contemporaneamente al terreno, la calcitazione è risultata ininfluyente e la concimazione ha provocato un aumento significativo del contenuto in azoto, in calcio, in potassio e una diminuzione in magnesio. Ad un maggior assorbimento di potassio corrisponde una minore concentrazione di magnesio. La somministrazione del fosforo non ha influito sulla concentrazione di questo elemento nelle foglie (tab. 8).

Le interazioni di primo e di secondo ordine dei trattamenti (fertilizzante e/o correttivo) con il clone e con l'età delle pioppelle non sono risultate significative.

Le differenze tra i cloni appaiono significative soltanto per quanto riguarda il contenuto in fosforo; i livelli più alti si registrano sulle foglie del clone CIMA.

I dati dendrometrici rilevati alla fine di ogni stagione vegetativa sono riportati nella tabella 9.

L'effetto clone risulta significativo nei primi anni (le aree basimetriche medie degli alberi del CIMA sono superiori a quelle del LUISA_AVANZO) ma non significativo in quelli successivi.

All'abbattimento degli alberi il volume di LUISA AVANZO risulta superiore a quello del CIMA.

Le pioppelle di un anno, di dimensioni significativamente inferiori a quelle di due all'impianto, nel giro di tre anni sono riuscite a colmare completamente le differenze.

La calcitazione non ha avuto effetti significativi sulla crescita degli alberi (espressa in area basimetrica). Viceversa la concimazione ha avuto effetti positivi, statisticamente significativi, particolarmente evidenti negli ultimi tre anni (1985, 86, 87).

2.4 Considerazioni

Dall'inizio della sperimentazione la calce (Ca (OH)₂) è stata somministrata in cinque tempi diversi (15.6.1982, 1.10.1984, 10.6.1986 e 18.6.1987) e con dosi crescenti (rispettivamente di kg/albero 1,2; 2; 4; 8 e 10) per evitare ustioni sulle giovani radici, raggiungendo un quantitativo totale di 80 q/ha che ha provocato un innalzamento medio del pH (determinato in KCL) di oltre una unità.

E' interessante notare che l'innalzamento di oltre un'unità di pH (da 3,7 a 5 circa come reazione globale, corrispondente ad una reazione attuale di pH intorno a 5 e a 6 rispettivamente) non ha avuto effetti significativi sulla crescita degli alberi. Non si è ritenuto opportuno aumentare ulteriormente il pH perché, come è ben noto, per innalzare il pH da 5 a 6 (come reazione globale), sarebbero occorsi quantitativi di calce molto superiori a quelli impiegati per portare il pH da 4 a 5 (sempre come reazione globale). Va anche osservato che si tratta di quantitativi di calce abbastanza elevati che rendono costoso l'intervento, soprattutto se si considera che l'azione correttiva, come risulta anche dalla letteratura, persiste per un periodo relativamente limitato.

La calcitazione effettuata complessivamente ha provocato un aumento significativo del pH e dei contenuti in calcio e in magnesio scambiabili e una netta diminuzione del ferro assimilabile ed ha bloccato gran parte del fosforo aggiunto con la concimazione mantenendo all'incirca costante la quantità assimilabile nel terreno. Nelle foglie essa non ha influito in maniera significativa sui contenuti minerali.

La concimazione, somministrata nel corso del periodo che va dal 1981 al 1987, ammonta a kg/ha 614 di azoto, 523 di P₂O₅ e 509 di K₂O, secondo rapporti di 1:0,85:0,83. L'effetto cumulativo di tutti gli interventi effettuati, risulta altamente significativo sulla crescita (espresso in area basimetrica) del tronco a m 1,30 (tab. 9). Effetti positivi erano stati rilevati anche negli anni precedenti ma è soltanto con l'effetto cumulativo di più stagioni vegetative che le differenze tra le piante concimate e quelle del testimone hanno superato la soglia di significatività statistica.

Nell'ultimo triennio, e precisamente dal 1988 al 1990, pur non avendo ripetuto nessun trattamento né con fertilizzanti né la calcitazione, le differenze tra le tesi sono rimaste altamente significative. Gli incrementi annui hanno però avuto un andamento nettamente decrescente: cm /albero 72 nel 1988, 23,5 nel 1989 e appena 15 nel 1990, denotando invecchiamento della piantagione. Poiché anche la situazione fitosanitaria cominciava a dare segni di preoccupazione il proprietario decise di abbattere il pioppeto alla fine del 1990, cioè in corrispondenza del decimo anno dall'impianto. Durante le operazioni di abbattimento sono stati fatti rilievi dendrometrici (diametri e altezze totali) al fine di poter calcolare i volumi dendrometrico e cormometrico (fino al diametro di cm 10 in punta) per ciascuna delle tesi a confronto. I risultati di tali rilievi e i calcoli dei volumi ad ha, tenuto conto degli alberi presenti al momento dell'abbattimento, sono riportati nella tabella 10.

Questi dati confermano l'equivalenza tra pioppelle di uno e di due anni, e l'inefficacia della calcitazione sulla produzione. Permane invece molto netto l'effetto della concimazione, con un incremento di circa il 17% rispetto al testimone non concimato.

La minor produzione del clone CIMA, rispetto al LUISA_AVANZO, anche se la differenza non è molto marcata, è in accordo con i risultati conseguiti anche in altre situazioni pedologiche.

Pur avendo utilizzato cloni con elevate potenzialità e terreno con scarsi dotazioni di elementi nutritive, la produzione è risultata piuttosto scarsa (circa 100 m³ /ha di massa legnosa utilizzabile, fino a 10 cm di diametro in punta), e gli incrementi conseguiti con la concimazione sono piuttosto modesti (meno del 20% in volume rispetto al testimone non concimato).

Va tenuto presente però che la ricerca è stata svolta nella barraggia del Verellese, su terreni compatti e con difficoltà di drenaggio. In questa situazione la calcitazione, pur avendo avuto effetti positivi sulla correzione dell'acidità del terreno, è risultata ininfluenza sull'accrescimento dei pioppi. Con la calcitazione la reazione è stata portata da un pH circa di 4 e circa 5 (determinazione in KCl), valori corrispondenti a pH di oltre 5 a pH di oltre 6 per determinazioni in H₂O (acidità attuale). Si sa che nei terreni acidi, con pH inferiore a 6, l'attività dei microrganismi è piuttosto modesta ed in essi si fa sentire la "fame" di azoto e di fosforo per la scarsa decomposizione della sostanza organica e per l'insolubilizzazione soprattutto del fosforo.

Sulla base di queste conoscenze con la correzione del pH da circa 5 a circa 6 (determinazioni in acqua), ci si aspettava un esito positivo anche sull'accrescimento delle piante. In realtà con la calcitazione non solo si è avuta una immobilizzazione del fosforo in seguito all'innalzamento del pH ma è stata in parte bloccata anche la disponibilità di quello aggiunto con la concimazione. Poiché l'effetto della concimazione è risultata largamente indipendente dalla calcitazione, se ne deve dedurre che l'incremento legnoso è stato determinato soprattutto dalla concimazione azotata. Tutto sommato però l'entità dell'incremento legnoso dovuto alla concimazione è da ritenersi piuttosto modesta. Nel limitare l'efficacia dei fertilizzanti, valutabile in circa 17 m³/ha di massa legnosa utilizzabile, probabilmente ha svolto un ruolo determinante la compattezza del suolo negli strati profondi, che ha agito negativamente sulla circolazione dell'acqua. È stato infatti più volte osservata la presenza di acqua in superficie in seguito alle precipitazioni per la lentezza di penetrazione nel terreno. Per contenere gli effetti negativi del ristagno è stato più volte lavorato il terreno in maniera da colmare verso i filari e allontanare l'acqua dalla zona di massima concentrazione delle radici. Dal punto di vista economico giova sottolineare che gli incrementi produttivi conseguiti con i trattamenti fertilizzanti sono sufficienti a coprire soltanto una parte delle spese sostenute. I risultati della ricerca dimostrano che i terreni in questione, marginali all'agricoltura e da essa rifiutati perché poco interessanti sul piano economico, difficilmente possono trovare una migliore valorizzazione con la pioppicoltura intensiva, soprattutto se si considera che bisogna sopportare anche costi supplementari per i lavori preparatori del terreno volti al miglioramento delle condizioni edafiche i quali, per essere efficaci, devono essere effettuati con impegno e razionalità.

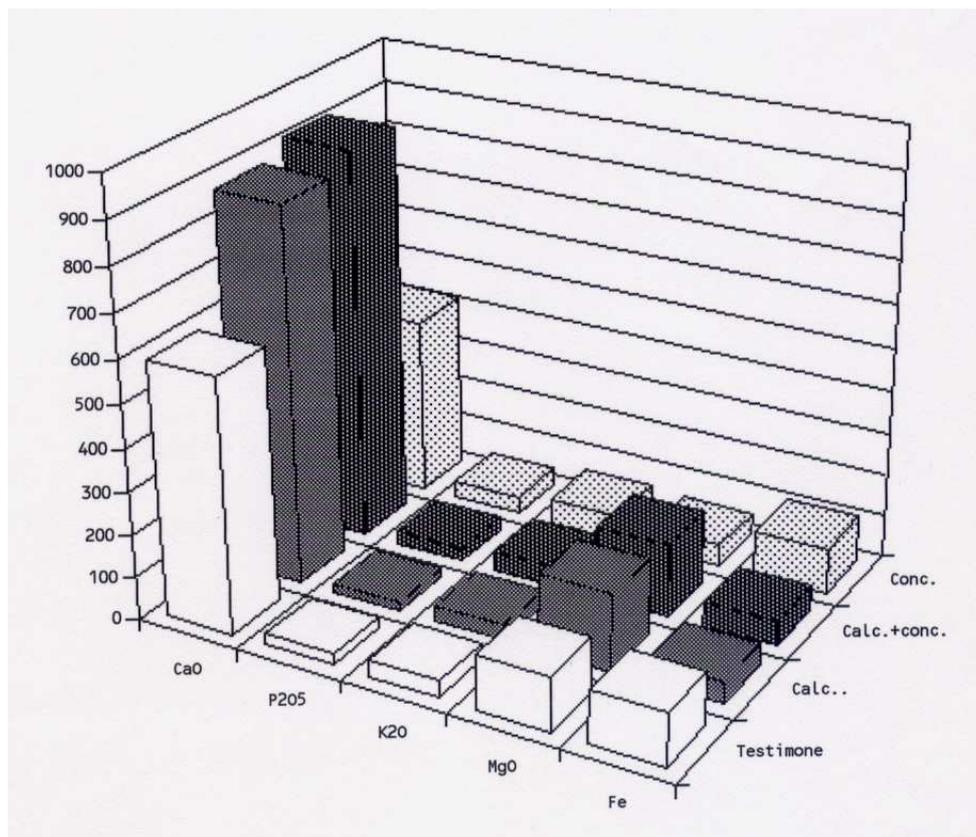


Fig. 1- Burozno (VC) - Influenza della calcitazione e della concimazione sul contenuto (ppm) in elementi nutritivi del terreno (Vedi tab. 4).

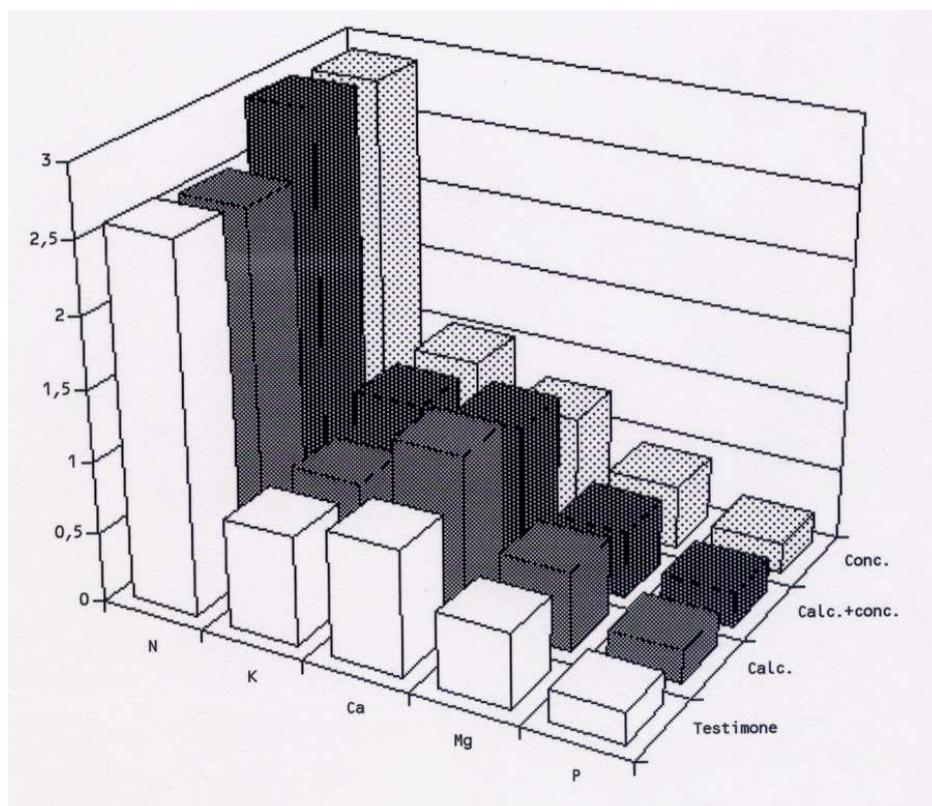


Fig. 2 - Burozno (VC) - Influenza della calcitazione e della concimazione sul contenuto (% peso secco) in elementi nutritivi delle foglie (Vedi tab. 8)

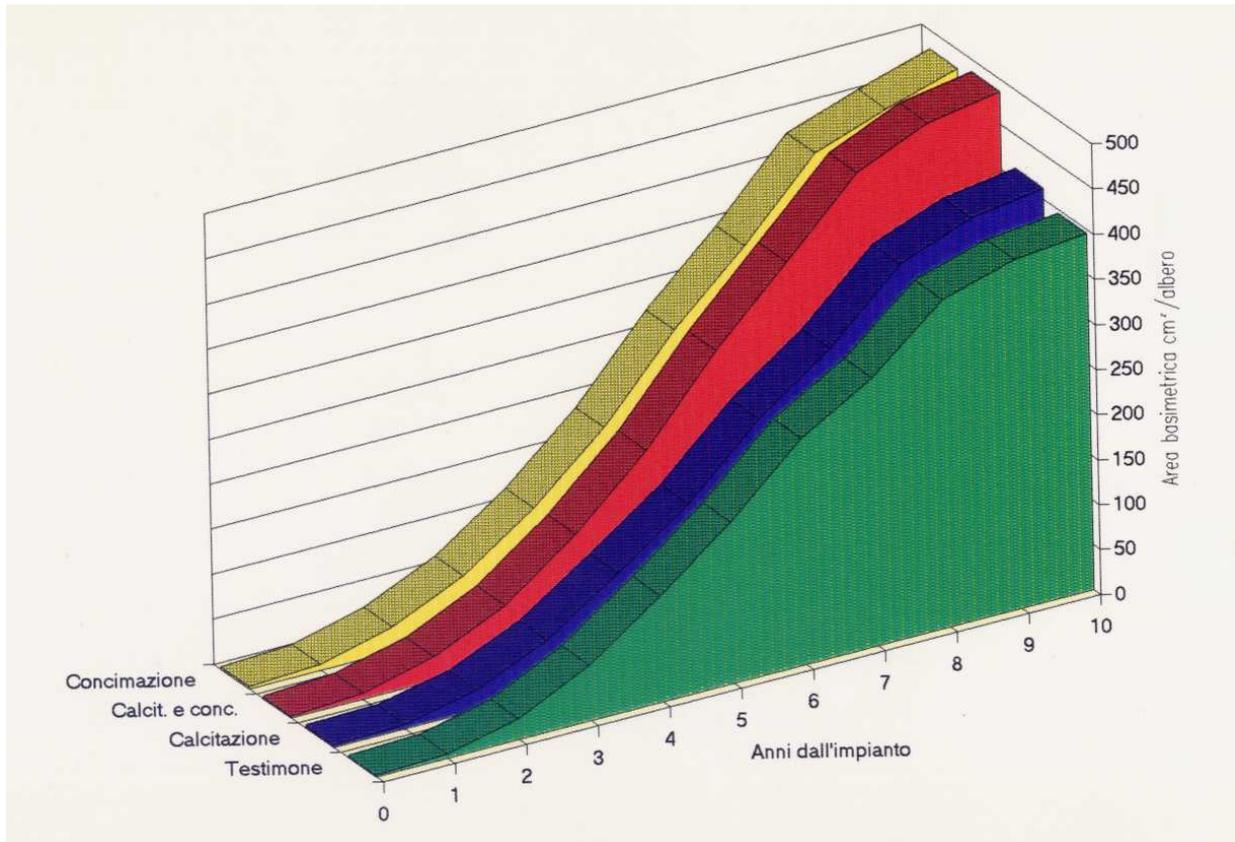


Fig. 3 — Buronzo (VC). Influenza della calcitazione e della concimazione sull'accrescimento (cm²/albero) delle piante del clone Luisa Avanzo, derivate da pioppelle di un anno.

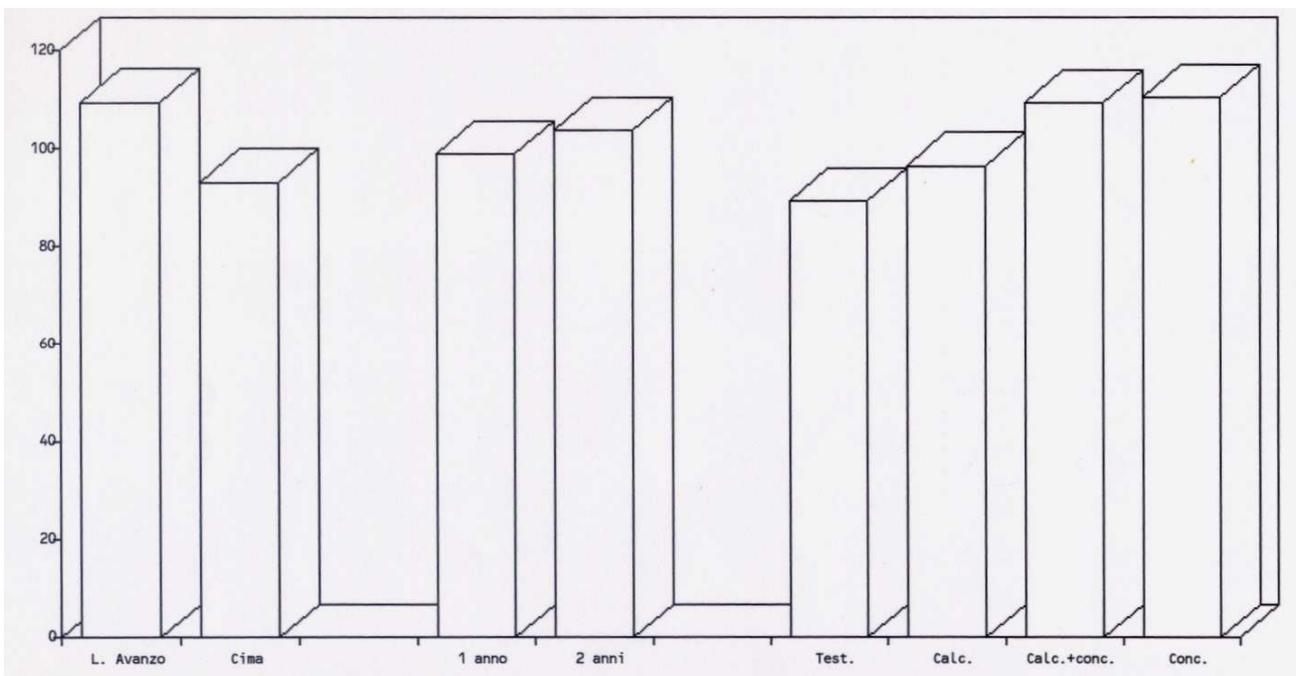


Fig. 4 -Buronzo (VC) . volume cormometrico (m³/Ha) rilevato al taglio effettuato al decimo anno dall'impianto.

Tab. 1 Buronzo (VC). Caratteristiche fisico-chimiche dei campioni di terreno prelevati l'11.7.1983 nell'area di insidenza delle 6 piante centrali di ogni parcella

Caratteristiche	Testimone	Calcitazione	Calcitazione e concimazione	Concimazione	Valori di F (*)
Scheletro (%)	1,57	2,60	1,96	1,23	0,21n.s.
Tessitura					
sabbia grossa (2-0.2 mm) (%)	5,94	5,08	4,41	6,45	0,39n.s.
sabbia fine (0.2-0.02 mm) (%)	53,34	56,28	50,32	50,60	1,94n.s.
limo (0.02-0,002 mm) (%)	28,76	27,45	32,62	29,82	2,15n.s.
argilla (<0.002 mm) (%)	11,96	11,20	12,65	13,12	0,32n.s.
Reazione in pH (H ₂ O)	4,66	4,88	5,02	4,46	2,77n.s.
Carbonio organico (%)	1,12	1,03	1,06	1,11	0,40n.s.
Sostanza organica (C x 1,724) (%)	1,93	1,78	1,83	1,93	0,39n.s.
N ₂ (Kjeldahl) (%)	0,11	0,10	0,10	0,11	0,47n.s.
C/N	10,18	10,10	10,43	10,49	-
Calcare totale (%)	assente	assente	assente	assente	-
P ₂ O ₅ assimilabile (p.p.m.)	50,75	33,50	51,63	34,50	0,66n.s.
K ₂ O scambiabile (p.p.m.)	54,25	44,50	54,12	52,25	0,65n.s.
CaO scambiabile (p.p.m.)	631,50	666,75	857,38	445,00	2,32n.s.
MgO scambiabile (p.p.m.)	172,00	139,00	218,00	84,25	0,70n.s.
Fe disponibile (p.p.m.)	160,00	117,00	122,00	133,00	1,53n.s.
Mn disponibile (p.p.m.)	8,16	6,85	9,07	7,75	0,18n.s.
Cu disponibile (p.p.m.)	0,62	0,60	0,56	0,65	0,71n.s.
Zn disponibile (p.p.m.)	2,94	1,18	1,76	1,50	1,70n.s.
B disponibile (p.p.m.)	0,31	0,31	0,31	0,30	0,007n.s.

(*) n.s. = non significativo

Tab. 2 Buronzo (VC). Caratteristiche chimiche dei campioni di terreno prelevati il 22.7.1985 nell'area di insidenza delle 6 piante centrali di ogni parcella

Caratteristiche	Testimone	Calcitazione	Calcitazione e concimazione	Concimazione	Valori di F (*)
Reazione					
pH (H ₂ O)	4,87	5,27	5,73	4,83	4,05+
pH (KCl)	3,53	3,99	4,56	3,62	7,42++
Carbonio organico (%)	1,29	1,05	1,28	1,26	1,23n.s.
Sostanza organica (C x 1.724) (%)	2,22	1,81	2,21	2,17	-
Calcare totale (%)	assente	assente	assente	assente	-
N ₂ (Kjeldahl) (%)	0,11	0,09	0,11	0,11	1,32n.s.
P ₂ O ₅ assimilabile (p.p.m.)	43,00	47,00	63,00	72,00	10,3++
K ₂ O scambiabile (p.p.m.)	68,00	63,00	104,00	125,00	3,13+
CaO scambiabile (p.p.m.)	643,00	896,00	1,093,00	644,00	3,60+
MgO scambiabile (p.p.m.)	84,00	167,00	256,00	98,00	2,87n.s.
Fe disponibile (p.p.m.)	149,00	104,00	76,00	130,00	2,42n.s.

(*) n.s. = non significativo

+ = significativo per P = 0,05

++ = significativo per O = 0,01

Tab. 3 Buronzo (VC). Caratteristiche chimiche dei campioni di terreno prelevati il 15.7.1986 nell'area di insidenza delle 6 piante centrali di ogni parcella

Caratteristiche	Testimone	Calcitazione	Calcitazione e concimazione	Concimazione	Valori di F (*)
Reazione pH (KCl)	4,28	5,07	4,98	4,06	22,26++
Carbonio organico (%)	1,33	1,24	1,33	1,41	0,46n.s.
Sostanza organica (C x 1.724) (%)	2,29	2,14	2,29	2,43	-
Calcare totale (%)	assente	assente	assente	assente	-
N ₂ (Kjeldahl) (%)	0,11	0,10	0,12	0,12	1,12n.s.
P ₂ O ₅ assimilabile (p.p.m.)	24,00	16,00	74,00	108,00	14,53++
K ₂ O scambiabile (p.p.m.)	47,00	54,00	97,00	135,00	10,71++
CaO scambiabile (p.p.m.)	583,00	762,00	991,00	463,00	6,43++
MgO scambiabile (p.p.m.)	125,00	93,00	144,00	62,00	0,84n.s.
Fe disponibile (p.p.m.)	116,00	69,00	53,00	115,00	5,21n.s.

(*) n.s. = non significativo
++ = significativo per O = 0,01

Tab. 4 Buronzo (VC). Caratteristiche chimiche dei campioni di terreno prelevati il 10.8.1987 nell'area di insidenza delle 6 piante centrali di ogni parcella

Caratteristiche	Testimone	Calcitazione	Calcitazione e Concimazione	Concimazione	Valori di F (*)
Reazione pH (KCl)	3,81	4,94	4,78	3,70	44,63++
Carbonio organico (%)	1,38	1,19	1,29	1,37	2,09n.s.
Sostanza organica (C x 1.724) (%)	2,38	2,05	2,22	2,36	-
Calcare totale (%)	assente	assente	assente	assente	-
N ₂ (Kjeldahl) (%)	0,12	0,10	0,12	0,12	1,64n.s.
P ₂ O ₅ assimilabile (p.p.m.)	26,88	20,00	28,63	40,50	7,38++
K ₂ O scambiabile (p.p.m.)	38,50	36,88	48,00	57,63	6,50++
CaO scambiabile (p.p.m.)	592,50	875,00	911,30	418,80	9,82++
MgO scambiabile (p.p.m.)	125,63	181,0	173,0	50,38	2,15n.s.
Fe disponibile (p.p.m.)	121,88	51,88	59,00	108,63	12,58++

(*) n.s. = non significativo
++ = significativo per O = 0,01

Tab. 5 Buronzo (VC). Contenuto in elementi nutritivi (riferito al peso secco) nei campioni di foglie prelevati l'11.7.1983 sulle 6 piante centrali di ogni parcella

Elementi nutritivi	Testimone	Calcitazione	Calcitazione e Concimazione	Concimazione	Valori di F (*)
Ceneri (%)	4,99	4,82	5,07	4,35	1,47n.s.
Azoto (%)	1,95	1,77	1,88	1,78	0,66n.s.
Fosforo (%)	0,15	0,14	0,18	0,14	1,44n.s.
Potassio (%)	0,65	0,68	0,68	0,65	0,66n.s.
Calcio (%)	0,76	0,79	0,77	0,66	1,53n.s.
Magnesio (%)	0,44	0,41	0,42	0,38	0,86n.s.
Ferro (p.p.m.)	153,00	146,00	127,00	137,00	0,52n.s.
Manganese (p.p.m.)	118,00	108,00	103,00	127,00	0,56n.s.
Rame (p.p.m.)	7,75	8,25	7,84	7,65	0,24n.s.
Boro (p.p.m.)	21,75	25,25	24,88	22,00	0,81n.s.

(*) n.s. = non significativo

Tab. 6 Buronzo (VC). Contenuto in elementi nutritivi (riferito al peso secco) nei campioni di foglie prelevati il 22.7.1985 sulle 6 piante centrali di ogni parcella

Elementi nutritivi	Testimone	Calcitazione	Calcitazione e concimazione	Concimazione	Valori di F (*)
Ceneri (%)	5,25	4,96	5,39	5,10	0,84n.s.
Azoto (%)	2,02	1,82	2,06	1,94	1,30n.s.
Fosforo (%)	0,19	0,16	0,20	0,19	0,84n.s.
Potassio (%)	0,91	0,86	0,98	1,04	0,85n.s.
Calcio (%)	0,80	0,79	0,82	0,73	0,53n.s.
Magnesio (%)	0,51	0,46	0,48	0,44	1,30n.s.
Ferro (p.p.m.)	100,00	107,00	83,00	100,00	0,99n.s.

(*) n.s. = non significativo

Tab. 7 Buronzo (VC). Contenuto in elementi nutritivi (riferito al peso secco) nei campioni di foglie prelevati il 15.7.1986 sulle 6 piante centrali di ogni parcella

Elementi nutritivi	Testimone	Calcitazione	Calcitazione e concimazione	Concimazione	Valori di F (*)
Ceneri (%)	6,34	6,35	7,20	6,95	2,71n.s.
Azoto (%)	2,15	2,07	2,77	2,47	6,33++
Fosforo (%)	0,18	0,16	0,20	0,18	1,54n.s.
Potassio (%)	0,81	0,86	1,09	1,16	5,79++
Calcio (%)	0,98	1,13	1,18	1,03	2,80n.s.
Magnesio (%)	0,58	0,51	0,53	0,52	2,23n.s.
Ferro (p.p.m.)	125,00	115,00	90,00	90,00	0,97n.s.

(*) n.s. = non significativo
++ = significativo per P=0,01

Tab. 8 Buronzo (VC). Contenuto in elementi nutritivi (riferito al peso secco) nei campioni di foglie prelevati il 10.8.1987 sulle 6 piante centrali di ogni parcella

	Elementi nutritivi						
	Ceneri (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (p.p.m.)
LUISA AVANZO							
Testimone	5,78	2,55	0,23	0,79	0,85	0,52	78,75
Calcitazione	6,79	2,51	0,21	0,86	1,77	0,53	84,00
Calcitazione e concimazione	6,80	2,77	0,22	1,10	0,98	0,48	81,50
Concimazione	5,57	2,89	0,21	1,02	0,70	0,43	74,00
CIMA							
Testimone	5,94	2,61	0,22	0,75	0,92	0,55	91,50
Calcitazione	6,37	2,53	0,27	0,71	1,16	0,59	80,50
Calcitazione e concimazione	6,33	3,11	0,26	0,90	1,08	0,47	92,00
Concimazione	5,99	2,92	0,25	0,10	0,81	0,45	79,25
MEDIA GENERALE							
	6,19	2,74	0,23	0,90	0,96	0,50	82,69
MEDIA PER CLONE							
LUISA AVANZO	6,23	2,68	0,22	0,94	0,93	0,49	79,56
CIMA	6,16	2,79	0,24	0,84	0,99	0,51	85,81
MEDIA TRATTAMENTO							
Testimone	5,86	2,58	0,23	0,77	0,88	0,53	85,13
Calcitazione	6,58	2,52	0,23	0,78	1,17	0,56	82,25
Calcitazione e concimazione	6,56	2,94	0,24	1,00	1,03	0,47	86,75
Concimazione	5,78	2,91	0,22	1,01	0,76	0,44	76,63
VALORI DI F (*)							
Clone (C)	1,01n.s.	0,80n.s.	20,84+	8,36n.s.	4,58n.s.	1,22n.s.	0,53n.s.
Trattamenti (T)	2,71n.s.	6,11++	0,60n.s.	6,32++	5,80++	3,25+	0,62n.s.
Interazione (C x T)	0,69n.s.	0,72n.s.	1,03n.s.	0,66n.s.	0,14n.s.	0,23n.s.	0,41n.s.

(*) n.s. = non significativo
+ = significativo per P = 0.05
++ = significativo per P = 0.01

Tab. 9 Buronzo (VC). Area basimetrica (cm²/albero) rilevata a 1,30 m dal suolo

CLONE	Età delle pioppelle (anni)	Trattamenti	Data dei rilevamenti										
			1.6.81	25.11.81	27.9.82	20.9.83	28.9.84	2.10.85	3.10.86	31.11.87	17.5.89	18.11.89	28.8.90
LUISA_AVANZO	1	Testimone	2,61	5,14	23,32	61,83	118,70	179,19	251,57	297,74	363,58	387,49	395,04
		Calcitazione	2,80	5,08	22,46	56,96	110,62	167,42	240,68	298,09	370,57	400,96	412,44
		Calc. + conc.	2,53	7,16	26,71	63,12	121,65	194,02	283,35	361,12	438,52	472,93	486,45
		Concimazione	2,71	6,82	26,90	63,15	117,37	186,05	273,99	346,33	427,31	455,43	478,78
		Media	2,66	6,05	24,85	61,26	117,08	181,67	262,39	325,82	400,00	429,20	443,18
	2	Testimone	9,32	12,94	36,40	68,93	118,89	171,06	234,42	285,48	350,58	371,90	377,45
		Calcitazione	9,60	12,02	32,06	67,76	128,94	177,62	259,81	324,33	399,51	426,44	440,61
		Calc. + conc.	9,41	13,82	34,73	66,01	116,71	183,30	274,63	346,82	426,09	455,83	478,84
		Concimazione	9,14	13,52	37,20	68,25	116,88	197,19	275,00	343,84	426,63	459,37	461,89
		Media	9,37	13,07	35,10	67,74	120,35	182,29	260,96	325,24	400,70	428,38	439,70
CIMA	1	Testimone	3,23	5,79	23,39	53,85	100,94	148,73	206,48	243,32	313,43	328,83	340,11
		Calcitazione	3,39	6,27	25,68	59,79	114,73	169,67	229,01	278,92	347,49	369,86	380,40
		Calc. + conc.	3,05	8,26	31,60	69,33	118,53	181,34	254,11	312,92	379,57	400,28	425,58
		Concimazione	2,97	10,34	38,09	76,85	133,39	194,16	275,72	332,49	410,59	429,18	454,55
		Media	3,16	7,66	29,66	67,45	116,90	173,49	241,33	291,91	362,77	382,04	400,16
	2	Testimone	9,70	11,96	33,13	67,39	123,18	181,94	249,28	290,36	360,71	375,87	388,80
		Calcitazione	9,98	12,76	35,04	69,90	125,48	184,20	242,11	284,58	356,96	373,77	387,00
		Calc. + conc.	9,55	17,65	47,17	88,15	146,24	211,47	285,86	331,78	398,01	419,26	433,82
		Concimazione	9,14	15,66	46,75	87,56	144,20	210,69	290,02	340,58	407,45	426,67	449,29
		Media	9,59	14,51	40,52	78,25	134,77	197,08	266,82	311,82	380,78	398,89	414,73
Media clone													
LUISA_AVANZO			6,01a (*)	9,56a	29,97a	64,50a	118,72a	181,98a	261,68	325,53a	400,35a	428,79a	441,41a
CIMA			6,37a	11,08b	35,10b	71,60a	125,83a	185,28a	254,07a	301,87a	371,79a	390,46a	407,44a
Media Età Pioppelle													
1 anno			2,91a	8,86b	27,27a	64,36a	116,99a	177,58a	251,86a	308,87a	381,33a	405,62a	421,67a
2 anni			9,48b	13,79b	37,81b	73,00a	127,56a	189,69a	263,89a	318,53a	390,81a	413,64a	427,21a
Media trattamenti													
Testimone			6,22a	8,96a	29,06a	63,00a	115,43a	170,24a	235,43a	279,35a	347,07a	366,02a	375,35a
Calcitazione			6,44a	9,03a	28,81a	63,60a	119,94a	173,98a	242,90a	296,48a	368,63a	392,76a	405,11a
Calcit. + concimaz.			6,14a	11,72a	35,05b	71,65b	125,78b	192,53a	274,49b	338,16b	410,55b	437,07b	456,17b
Concimazione			5,99a	11,59a	37,24b	73,95b	127,96b	197,02a	278,68b	340,81b	417,99b	442,66b	461,13b
Media Generale			6,19	10,32	32,54	68,05	122,28	183,63	257,88	313,70	386,07	409,63	424,44

(*) Le medie dello stesso gruppo contrassegnate con lettere diverse presentano differenze significative al test di Duncan (P=0,05)

Tab. 10 Buronzo (VC). Influenza della calcitazione e della concimazione sulla produzione del pioppeto coltivato su terreno acido. Dati rilevati a 10 anni dall'impianto

CLONE	Età delle pioppelle (anni)	Trattamento	Circonferenza	Altezza	Volume	Volume	Piante	Volume
			a 1,30 m dal suolo (cm)	totale (m)	dendrometrico (fusto + rami) (m ³ /albero)	cormometrico (10 cm Ø in punta) (m ³ /albero)	per ettaro (N°)	cormometrico (10 cm Ø in punta) (m ³ /ha)
LUISA_AVANZO	1	Testimone	69,99	20,83	0,389	0,332	283	94,04
		Calcitazione	71,40	21,15	0,411	0,351	262	92,08
		Calc. + conc.	77,93	22,50	0,520	0,448	286	128,12
		Concimazione	77,35	22,39	0,510	0,439	283	124,18
		Media	74,17	21,72	0,458	0,392	279	109,60
	2	Testimone	68,61	20,44	0,367	0,313	295	92,27
		Calcitazione	74,21	21,05	0,443	0,379	289	109,44
		Calc. + conc.	77,22	21,50	0,490	0,420	283	118,82
		Concimazione	75,56	21,24	0,464	0,396	295	116,98
		Media	73,90	21,06	0,441	0,377	291	109,38
CIMA	1	Testimone	65,17	19,43	0,316	0,267	286	76,29
		Calcitazione	68,87	20,09	0,365	0,310	289	89,57
		Calc. + conc.	72,86	20,76	0,422	0,360	258	92,81
		Concimazione	75,27	21,15	0,458	0,392	243	95,19
		Media	70,54	20,36	0,405	0,332	269	88,46
	2	Testimone	69,54	20,85	0,384	0,328	289	94,83
		Calcitazione	69,28	20,83	0,381	0,325	292	94,99
		Calc. + conc.	73,55	21,27	0,440	0,377	258	97,17
		Concimazione	74,81	21,41	0,457	0,392	268	104,97
		Media	71,82	21,09	0,415	0,356	277	97,99
Media clone								
LUISA_AVANZO			74,03a (*)	21,39a	0,449a	0,385a	285a	109,49a
CIMA			71,18a	20,72a	0,410a	0,344a	273a	93,22b
Media Età Pioppelle								
1 anno			72,35a	21,04a	0,431a	0,362a	274a	99,03a
2 anni			72,86a	21,07a	0,428a	0,366a	284a	103,68a
Media trattamenti								
Testimone			68,33a	20,39a	0,364a	0,310a	288a	89,36
Calcitazione			70,94a	20,78ab	0,400a	0,341a	283a	96,52
Calcit. + concimaz.			75,41b	21,51b	0,468b	0,401b	271a	109,23
Concimazione			75,75b	21,55b	0,472b	0,405b	272a	110,31
Media Generale			72,60	21,06	0,430	0,365	279	101,35

(*) Le medie dello stesso gruppo contrassegnate con lettere diverse presentano differenze significative al test di Duncan (P=0,05)



Buronzo (VC). Pioppeto della prova di calcitazione nel mese di maggio del 3° anno dall'impianto: si noti la presenza di acqua piovana in superficie per difficoltà di drenaggio



Buronzo (VC). Pioppeto della prova di calcitazione al 10° anno dall'impianto: si noti la presenza, sia pure temporanea, dell'acqua piovana.



Foto i Buronzo (VC). Profilo del terreno che ha ospitato il pioppeto di cui sono state condotte le prove di calcitazione: si noti la differenza di colorazione tra lo strato attivo (lavorato), topsoil, e quello inerte, subsoil.



Buronzo (VC). Strati profondi del terreno di cui alla foto 1: si noti la presenza di screziature persistenti dovute a difficoltà di drenaggio.



**Buronzo (VC). Piante del clone LUISA_AVANZO
appartenente ad una delle parcelle concimate e calcitate
La concimazione ha influito positivamente sulla crescita mentre la calcinazione è stata
ininfluente.**

3. TERRENI SALSI

3.1 Introduzione

In Italia i terreni salsi sono diffusi lungo vari tratti del litorale adriatico (ad es. nel ferrarese) e di quello tirrenico (ad es. nel pisano), nel Tavogliere delle Puglie, nella Piana di Sibari, nella Capitanata e in Sicilia. Alcuni di questi terreni, quelli delle zone più interne, presentano salinità costituzionale, dovuta alla presenza di sali solubili nel substrato pedogenetico, ma per la maggior parte di quelli costieri la salinità è di origine marina. In questi ultimi suoli i cloruri prevalgono sui solfati mentre il contrario si verifica nelle zone più interne (Principi, 1956).

In questi ultimi decenni sono stati spesso segnalati casi di una certa serietà, e talvolta anche molto gravi, di effetti tossici sul pioppo da eccesso di sale contenuto nel terreno, soprattutto in zone costiere del litorale adriatico (Cappelli, 1964) e di quello Pisano. Si tratta di terreni bassi, situati per lo più a livelli inferiori a quello marino, che a causa della depressione in passato sono stati sommersi da acque salmastre. Più in generale in questi terreni la salinità dipende dai movimenti delle acque sotterranee ricche di sali solubili che si accumulano in assenza di un drenaggio profondo, in grado di eliminare i sali solubili, reso difficile da tessitura talvolta inadeguata. La possibilità di utilizzare questi terreni con la coltivazione del pioppo, auspicata da più parti, rappresenterebbe una soluzione tecnica molto efficace per la loro valorizzazione. Ma per poter stimare realisticamente questa possibilità ci si rende subito conto che occorre approfondire le conoscenze circa il livello e la dinamica della salinità del terreno tollerati dai pioppi coltivati senza gravi perdite sull'accrescimento e sulla produzione.

A tal scopo, nel periodo 1987—89, è stata condotta una apposita esperienza dopo aver scelto accuratamente sia i cloni di pioppo che la stazione.

3.2 Materiali e metodi

La scelta dei doni di pioppo è stata relativamente facile perché si è utilizzato un gruppo di cloni per i quali, sulla base di osservazioni condotte in un pioppeto sperimentale situato lungo la Romea, nei pressi di Contarina (RC), era stata avanzata l'ipotesi che parte di essi potessero presentare una buona tolleranza alla salinità del terreno. Questo gruppo di cloni era costituito da 47 ibridi euro-americi, ottenuti con incroci artificiali impiegando come madri piante di *Populus deltoides*, selezionati da semi provenienti da Vicksburg (Mississippi), 33° 18' lat. Nord, e da Stoneville (Mississippi), 33° lat. Nord e, come padri alberi di *P. nigra*, raccolti in varie regioni dell'Italia Centro—meridionale, della Turchia, della Grecia e provenienti anche da Toulouse (Francia)- Come testimoni sono stati utilizzati due cloni euro-americi iscritti al RNCF (Registro Nazionale dei Cloni Forestali) (I—214 e LUISA_AVANZO), entrambi ritenuti scarsamente tolleranti, ed un clone di Pioppo bianco, appartenente alla specie *Populus alba*, alla quale si attribuisce un più ampio intervallo di tolleranza. Di questa specie è stato scelto il clone VILLAFRANCA, unico ad essere iscritto al RNCF.

La scelta del terreno, fatta dopo ampie ricerche preliminari, è caduta su un appezzamento, situato a Vaccolino (FE), di fronte alla Valle Bertuzzi, nel quale, in base ad osservazioni sullo sviluppo delle colture erbacee, era stata supposta l'esistenza di un gradiente di salinità abbastanza uniformemente crescente da un lato all'altro del campo.

Il campo era diviso in 9 piane larghe una ventina di metri e di lunghezza decrescente da m 240 a m 80 ai confini con la Valle. Su ogni parcella sono stati tracciati 4 filari lungo i quali sono state disposte parcelle bi—albero dei cloni in esame.

Poiché dal pioppo bianco ci si aspettava una capacità di adattamento superiore a quella dei cloni euro—americani, si è pensato di costituire con le pioppelle del clone VILLAFRANCA una rete di 87 parcelle bi—albero estesa su tutto l'appezzamento. In questo modo si è venuta a creare tutta una serie di punti di riferimento per gli altri cloni in zone tra loro anche poco diverse per quanto riguarda la concentrazione salina.

Le parcelle bi-albero di tutti gli altri cloni sono state randomizzate completamente ripetendole 24 volte per ogni genotipo. La messa a dimora delle pioppelle, prelevate da vivaio di 2 anni, è stata fatta dal 21 al 28 marzo 1988 ponendole in buche profonde al massimo una ottantina di cm per dare agio alle radici di nuova formazione di estendersi, almeno inizialmente, negli strati più superficiali dove la salinità presentava i tenori meno elevati. All'epoca dell'impianto la falda era presente a circa ai 1,50 di profondità, con oscillazioni in più o in meno a seconda della quota del campo, di una cinquantina di cm, per cui si può presumere che nessuna pioppella nella buca sia venuta a diretto contatto con l'acqua sotterranea.

3.3 Risultati

3.3.1 Esame delle analisi del terreno

Una prima serie di campioni di terreno è stata prelevata nel giugno 1987, per avere un'idea delle caratteristiche di salinità del terreno prima di decidere sulla sua utilizzazione ai fini dell'esperimento. Da queste analisi (tab. 11) è risultato che la salinità variava abbastanza regolarmente da valori minimi non tossici (campioni 1 e 2) a valori medi pericolosi (campioni 3 e 4), a valori massimi, esiziali (campioni 5 e 6), procedendo dalla zona più lontana a quella più vicina ai limiti con la Valle Bertuzzi, estesa verso il mare.

Nell'agosto dello stesso anno è stata prelevata una seconda serie di campioni di terreno distinguendo lo strato superficiale (0—30 cm) da quello sottostante (30—60 cm) sui quali sono state fatte le analisi della granulometria, della reazione e del calcare. Si è così potuto verificare che si tratta di un terreno con tessitura franco—sabbiosa, a reazione subalcalina e mediamente calcareo in entrambi gli strati (tab. 12).

In occasione dell'impianto da una serie di 15 buche equamente distribuite su tutta la superficie del campo, è stata prelevata l'acqua dalla falda e su questa sono stati determinati il pH e la concentrazione dei cloruri (tab. 13). Anche la concentrazione dei cloruri nell'acqua aumenta abbastanza regolarmente passando dalle zone più lontane a quelle più vicine alla Valle.

Evidentemente la salinità del terreno è determinata dall'infiltrazione dell'acqua salmastra della Valle, resa possibile dalla permeabilità del terreno legata alla tessitura franco—sabbiosa.

Un'altra serie di prelievi, ripartita su una maglia includente 20 punti, è stata fatta il 13.7.1988, quando cioè sulle pioppelle erano già evidenti i sintomi della sofferenza che andavano dalle semplici necrosi fogliari alla morte dei germogli o addirittura delle stesse piante.

Sulla base della sintomatologia l'area del campo è stata divisa in 4 settori: A = piante in buone condizioni, B = piante sofferenti, C = piante molto sofferenti, D = piante morte.

Da ogni settore sono stati prelevati 4 o 5 campioni di terreno sui quali sono state fatte le seguenti determinazioni: pH, conducibilità, cloruri, solfati, C.S.C. Na, K, Ca, Mg scambiabili, P₂O₅ assimilabile, N, Carbonio organico, e sostanza organica. I risultati analitici dei parametri più significativi sono riportati nella figura 5.

La conducibilità varia da 230 a 338 $\mu\text{S cm}^{-1}$ per il terreno in cui le piante erano in buone condizioni, da 450 a 683 $\mu\text{S cm}^{-1}$ nel settore dove le piante apparivano sofferenti, da 737 a 1045 $\mu\text{S cm}^{-1}$ dove le piante sono molto sofferenti e infine da 658 a 1183 $\mu\text{S cm}^{-1}$ nell'ultimo settore dove le piante erano già morte.

Il contenuto in Na₂O negli stessi settori varia rispettivamente da 320 a 531 ppm, da 660 a 783 ppm, da 732 a 1464 ppm e da 874 a 1946 ppm. Le differenze nella conducibilità e nel contenuto in sodio tra i due settore con piante molto sofferenti e con piante morte sono piuttosto modeste.

Un ultimo prelevamento di campioni è stato eseguito 18.6.1989 prendendo in considerazione sia il terreno (oltre che allo strato superficiale anche quello dello strato profondo) che l'acqua della falda. Le buche per il prelevamento dei campioni sono state aperte in tutti i settori a pochi metri dal punto in cui sono stati presi i campioni precedenti.

I risultati delle analisi sono riportati nella figura 6 per l'acqua di falda e nella figura 7 per il terreno. Nell'acqua di falda il contenuto in sodio presenta un netto gradiente crescente dalle zone con piante sane a quelle con piante sofferenti e morte. La concentrazione infatti varia 860 ppm a 2100 ppm

nelle aree in cui le piante appaiono sane, da 1870 ppm a 2770 ppm nelle aree in cui le piante appaiono sofferenti per salire da 9400 ppm a 23000 ppm nelle zone dove le piante sono molto sofferenti o morte (fig. 6).

Nel terreno, nelle zone in cui le piante sono in buone condizioni, il contenuto in Na O varia da 730 ppm a 1000 ppm nello strato superficiale e da 3400 ppm a 4000 ppm nello strato profondo e la conducibilità oscilla da 330 a 560 $\mu\text{S cm}^{-1}$ nello strato superficiale e da 960 a 1450 $\mu\text{S cm}^{-1}$ in quello profondo (fig.7).

Nelle zone con piante sofferenti la concentrazione del Na₂O è sempre superiore a 1000 ppm nello strato superficiale ed è di oltre 4000 ppm in quelli profondi e dove le piante sono molto sofferenti o morte la concentrazione va oltre i 2000 ppm anche nello strato superficiale.

Confrontando la concentrazione del sodio nel terreno con quella dell'acqua, si nota che i rapporti variano nelle diverse aree di campo: nelle aree con piante in buone condizioni, cioè con concentrazione salina più bassa, i valori sono più elevati nel terreno che nell'acqua, mentre nelle aree con piante morte o molto sofferenti, vale a dire con concentrazione salina molto più alta, i valori sono molto più elevati nell'acqua che nel terreno.

In tutti i profili la concentrazione del sodio risulta più elevata in profondità che in superficie sia perché il dilavamento dell'acqua meteorica si svolge con maggiore intensità nello strato soprastante, sia perché la salinità deriva dall'acqua di falda che risale per capillarità nei periodi asciutti.

Complessivamente, nelle condizioni climatiche in cui si è operato, l'azione di dilavamento prevale su quella dell'evaporazione. Tuttavia, nel periodo estivo, notoriamente più siccitoso, nelle aree del campo a concentrazione salina più elevata, in superficie si è notata la frequente presenza di efflorescenze di carbonati e solfati alcalini.

3.3.2 Esame del comportamento delle piante

Nel corso di un sopralluogo effettuato alla fine di aprile del 1988 le piante risultavano germogliate nella quasi totalità per la maggior parte dei cloni; soltanto per una decina di cloni, incluso il pioppo bianco, la sopravvivenza non superava il 75% delle piante messe a dimora. La mortalità rilevata a quell'epoca va attribuita a cause accidentali o comunque non legate alla salinità del terreno dato che l'apparato radicale delle piantine, appena in via di formazione, non aveva ancora raggiunta una sufficiente funzionalità nei riguardi dell'assorbimento. A fine maggio già si notava la comparsa di necrosi sulle foglie, attribuibile alla tossicità per eccesso di sali, e al 13 luglio è stato fatto un rilevamento molto accurato i cui risultati sono riassunti nella tabella 14. In quell'occasione, sulla base della sintomatologia, che risultava ormai molto chiara, l'area del campo, come già detto, è stata divisa in quattro zone: A, B, C, D, nelle quali i rilevamenti sono stati fatti separatamente. Come risulta dai dati riportati nella tabella 14, complessivamente la mortalità è risultata di circa il 9% nella zona A, dove le piante attecchite risultavano sane e vigorose, del 40% nella zona B, dove le piante sopravvissute presentavano diffuse necrosi sulle foglie, del 65% nella zona C, dove parte delle piante presentavano necrosi fogliari e germogli morti e parte presentavano addirittura parte del fusto morto e, infine, del 100% nella zona D, dove non vi erano tracce nemmeno della vegetazione spontanea.

Al rilevamento dell'8.6.1989 la situazione risultava ulteriormente peggiorata nella zona C, dove la mortalità superava il 95% e le poche piante sopravvissute apparivano molto deperienti. Il quadro sanitario si era aggravato anche nella zona B, dove la mortalità aveva raggiunto il 75% e nessuna delle piante ancora vive appariva indenne: Nella zona A, invece, la mortalità si era stabilizzata intorno al 10% e le piante vive apparivano sane e abbastanza vigorose. (Vedi foto a pag. 24, 25 e 26). Sulla base di questi risultati non si può dire che tra i cloni a confronto vi siano livelli significativamente diversi di tolleranza alla salinità del terreno, apparsa per tutti i genotipi piuttosto modesta. Ma il dato più sorprendente è che il pioppo bianco, rappresentato dal clone VILLAFRANCA, non è risultato più resistente degli euro—americani a confronto.

3.4 Considerazioni

Nella valutazione dei limiti di salinità in relazione alle possibilità di tolleranza da parte delle piante, più che ad una situazione statica si dovrebbe fare riferimento ad una situazione dinamica come è certamente quella di campagna. Infatti, se si tiene conto che il contenuto in acqua del terreno varia nel tempo per effetto dell'evaporazione e delle precipitazioni in maniera diversa nei vari orizzonti, si deve ammettere che la distribuzione verticale della salsedine si modifichi con vario ritmo, di giorno in giorno, e quindi che la concentrazione salina di un certo orizzonte sia ben lungi dall'essere costante. Questo fatto, sul piano pratico, è molto importante perché fa capire che non ha senso stabilire il limite massimo di salinità nel terreno conciliabile con le possibilità di tolleranza della coltura quando la concentrazione può variare anche di molto con i movimenti dell'acqua nel terreno. Un altro fatto importante da considerare è che la tossicità dipende dalla concentrazione che i sali raggiungono nella soluzione che imbeve il terreno in rapporto con la fase vegetativa della coltura che il terreno alimenta. Orientativamente, sulla base dei dati raccolti con questa esperienza, per i pioppi euro—americani, le piantine in fase di attecchimento subito dopo il trapianto manifestano sintomi di tossicità anche a concentrazioni di cloruro di sodio inferiori all'uno per mille e muoiono sicuramente quando la salinità supera questo tenore. Viceversa le piante adulte hanno un intervallo di tolleranza più ampio. Il limite di tolleranza varia anche con la tessitura del terreno: più basso nei terreni sabbiosi e più alto in quelli argillosi.

Si tratta sempre, comunque, di limiti abbondantemente superati dalle colture agrarie più diffuse, per cui la possibilità di valorizzare terreni anche leggermente salsi con la pioppicoltura appare piuttosto modesta.

Tab. 11 Vaccolino (FE). Risultati delle analisi chimiche effettuate su 6 campioni di terreno (strato superficiale) prelevati nel giugno 1987 nell'area destinata alla sperimentazione

Determinazione	Campione n.					
	1	2	3	4	5	6
Reazione in pH (H ₂ O)	7,45	8,05	7,28	7,59	7,18	7,32
Cloruri (come Cl ⁻) (mg/kg)	481	378	1230	1385	2271	2313
Solfati (come SO ₄ ²⁻) (mg/kg)	151	63	147	66	170	76
Salinità (meq/100 gr)	1,91	1,70	5,61	5,33	8,68	8,30
Conducibilità (μs/cm) (rapporto 1:5)	650	660	1920	1860	2990	2830

Tab. 12 Vaccolino (FE). Risultati delle analisi relativi a campioni di terreno prelevati nell'agosto 1987 dallo strato superficiale (a=0-30 cm) e dallo strato sottostante (b=30-60 cm)

Caratteristiche	Campione n.											
	1		2		3		4		5		6	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Scheletro (%)	assente	assente	assente	assente	assente	assente	assente	assente	assente	assente	assente	assente
Tessitura												
Sabbia grossa (2-0,2 mm) (%)	0,60	0,43	0,24	0,26	0,39	0,48	0,67	0,60	0,34	0,56	0,64	0,44
Sabbia fine (0,2-0,02 mm) (%)	52,25	48,87	53,86	59,34	58,06	57,52	60,38	55,93	56,67	53,13	55,33	49,88
Limo (0,02-0,002 mm) (%)	29,15	31,25	24,65	24,05	24,95	25,15	23,30	26,13	26,14	28,13	27,18	30,24
Argilla (<0,002 mm) (%)	18,00	19,45	21,25	16,35	16,60	16,90	15,65	17,34	16,85	18,15	16,85	19,44
Calcare totale (%)	17,42	16,81	18,13	18,15	17,64	18,17	17,60	17,42	17,72	17,42	18,00	17,64
Calcare attivo (%)	3,75	4,12	4,25	4,00	3,75	4,12	3,87	4,00	4,25	4,00	3,75	4,25
Reazione in pH (H ₂ O)	8,00	8,30	8,00	7,95	8,20	8,35	8,20	8,10	7,95	8,15	8,25	8,30

Tab. 13 Vaccolino (FE). Risultati delle analisi chimiche effettuate su campioni di acqua prelevati il 21.3.1988 dalla falda

Campione (n.)	Profondità falda (cm)	Cloruri (ppm)	Reazione pH
1	160	5325	7,40
2	110	887	8,40
3	130	852	8,70
4	130	710	8,03
5	150	1600	7,80
6	100	3000	8,20
7	160	7100	8,00
8	120	1313	8,35
9	130	1171	8,53
10	150	2485	8,55
11	100	7810	7,47
12	150	958	8,15
13	100	7100	7,75
14	170	3550	7,38
15	100	7100	8,05

Tab. 14 Vaccolino. Percentuale di piante sopravvissute al 13.7.1988 in aree a concentrazione salina crescente

Clone	Piante sopravvissute			
	Zona A Piante sane	Zona B Piante sofferenti	Zona C Piante molto sofferenti	Zona D Piante morte
SPE 017	100,00	50,00	37,50	0
SPE 018	75,00	75,00	50,00	0
SPE 029	100,00	100,00	50,00	0
SPE 031	90,00	50,00	50,00	0
SPE 032	88,89	75,00	25,00	0
SPE 033	100,00	75,00	-	0
SPE 036	100,00	0,00	50,00	0
SPE 061	100,00	25,00	66,67	0
SPE 063	75,00	66,67	16,67	0
SPE 068	83,33	50,00	37,50	0
SPE 070	100,00	50,00	0,00	0
SPE 076	100,00	-	25,00	0
SPE 077	100,00	0,00	0,00	0
SPE 092	100,00	50,00	-	0
SPE 098	100,00	75,00	0,00	0
SPE 110	100,00	0,00	30,00	0
SPE 115	100,00	100,00	0,00	0
SPE 116	87,50	50,00	16,67	0
SPE 125	100,00	75,00	25,00	0
SPE 127	80,00	62,500	33,33	0
SPE 129	100,00	33,33	75,00	0
SPE 131	100,00	100,00	62,50	0
SPE 138	100,00	100,00	50,00	0
SPE 139	100,00	-	33,33	0
SPE 142	100,00	75,00	0,00	0
SPE 144	100,00	-	0,00	0
SPE 165	100,00	50,00	-	0
SPE 170	83,33	100,00	0,00	0
SPE 171	50,00	50,00	50,00	0
SPE 172	100,00	25,00	66,67	0
SPE 174	87,50	75,00	50,00	0
SPE 176	75,00	-	16,67	0
SPE 188	100,00	25,00	0,00	0
SPE 196	100,00	-	0,00	0
SPE 205	100,00	33,33	50,00	0
SPE 216	100,00	100,00	100,00	0
SPE 217	50,00	0,00	-	0
SPE 222	83,33	100,00	-	0
SPE 232	75,00	100,00	66,67	0
SPE 249	80,00	100,00	0,00	0
SPE 252	100,00	100,00	50,00	0
SPE 256	90,00	66,67	57,14	0
SPE 260	100,00	60,00	16,67	0
SPE 262	75,00	50,00	33,33	0
SPE 272	-	66,67	100,00	0
SPE 273	100,00	42,85	100,00	0
SPE 283	100,00	60,00	25,00	0
LUISA_AVANZO	100,00	50,00	25,00	0
VILLAFRANCA	71,42	62,50	0,00	0
I-214	96,67	72,73	27,27	0
MEDIA	91,77	60,61	34,84	0

Fig. 5 - Vaccolino (FE) Na₂O scambiabile e conduttività elettrica in campioni di terreno prelevati il 13.07.1988 .

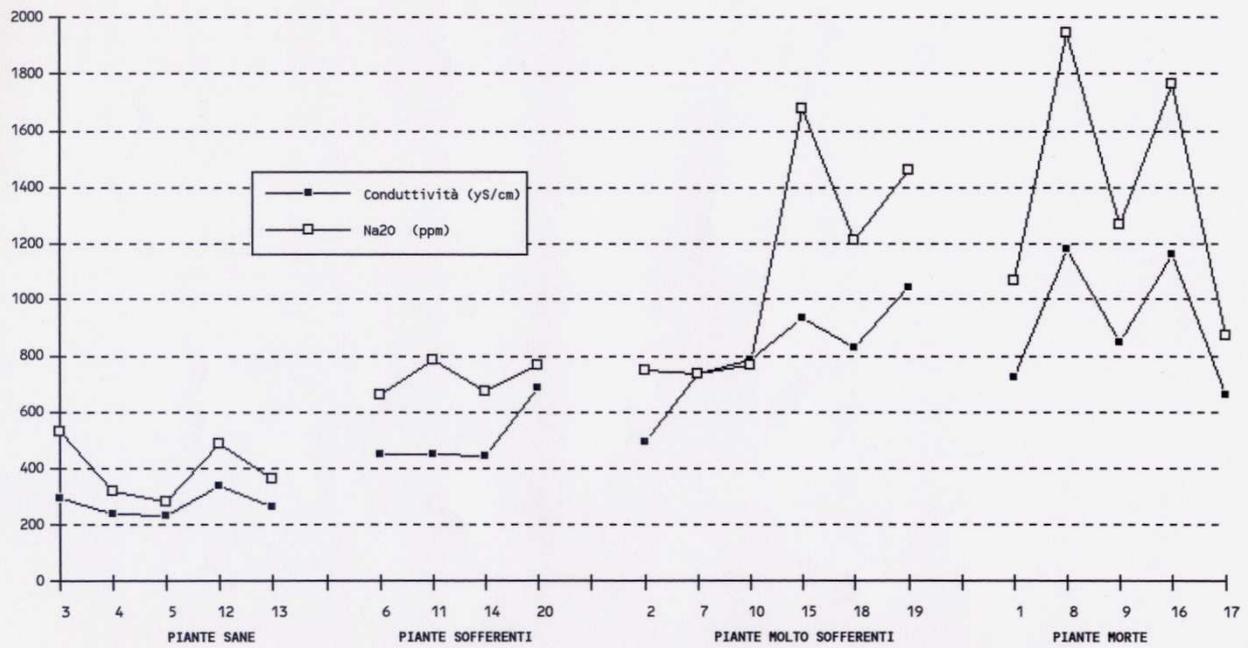


Fig. 6 -Vaccolino (FE) . Contenuto in Na₂O e sali solubili in campioni di acqua prelevati dalla falda l'8.6.1989

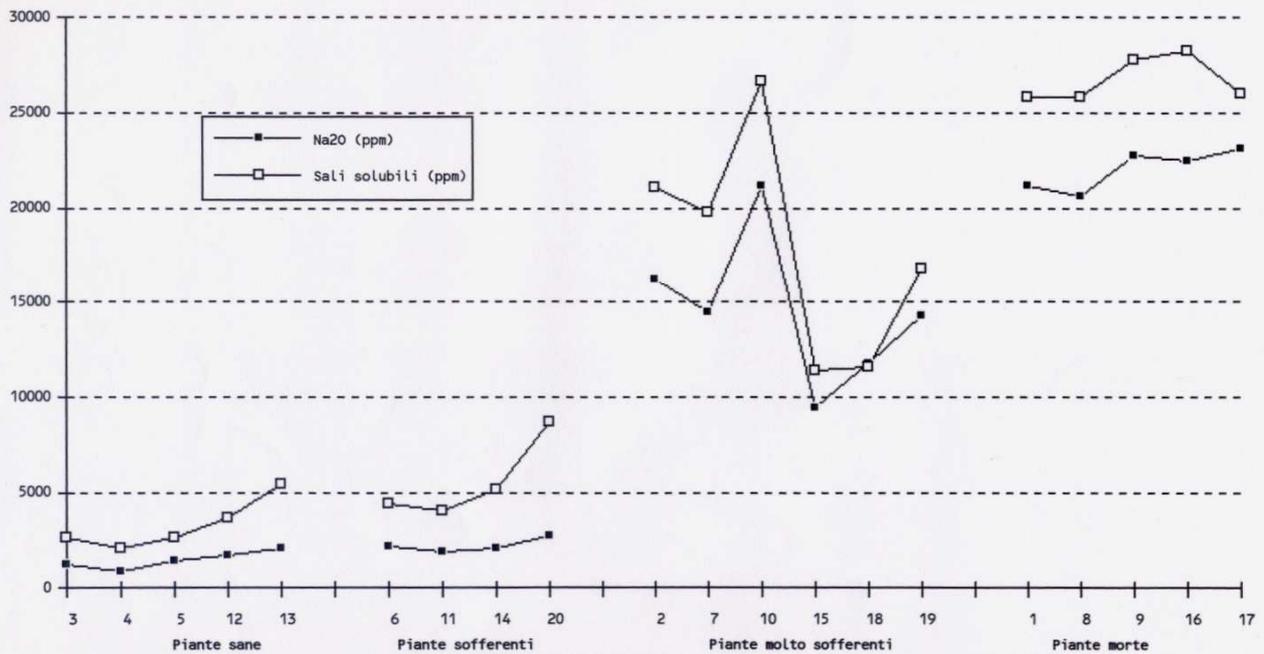


Fig. 7 - Vaccolino (FE) Na₂O scambiabile (ppm) in campioni di terreno prelevati l'8.6.1989 in superficie e a livello della falda

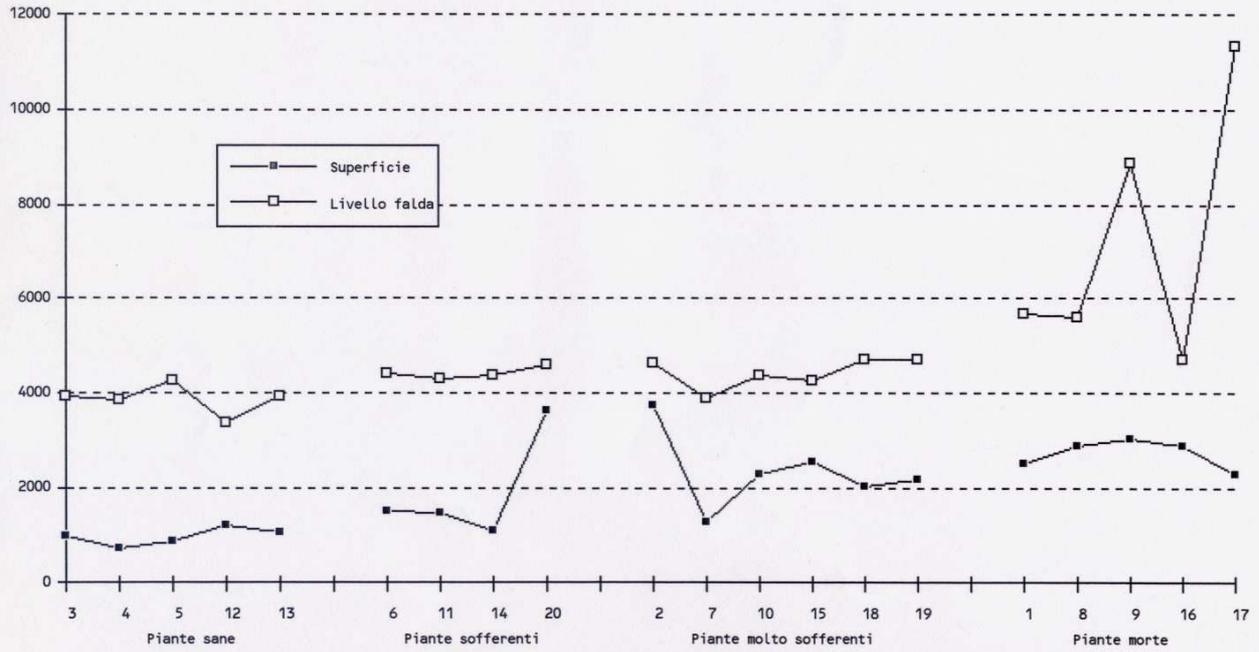
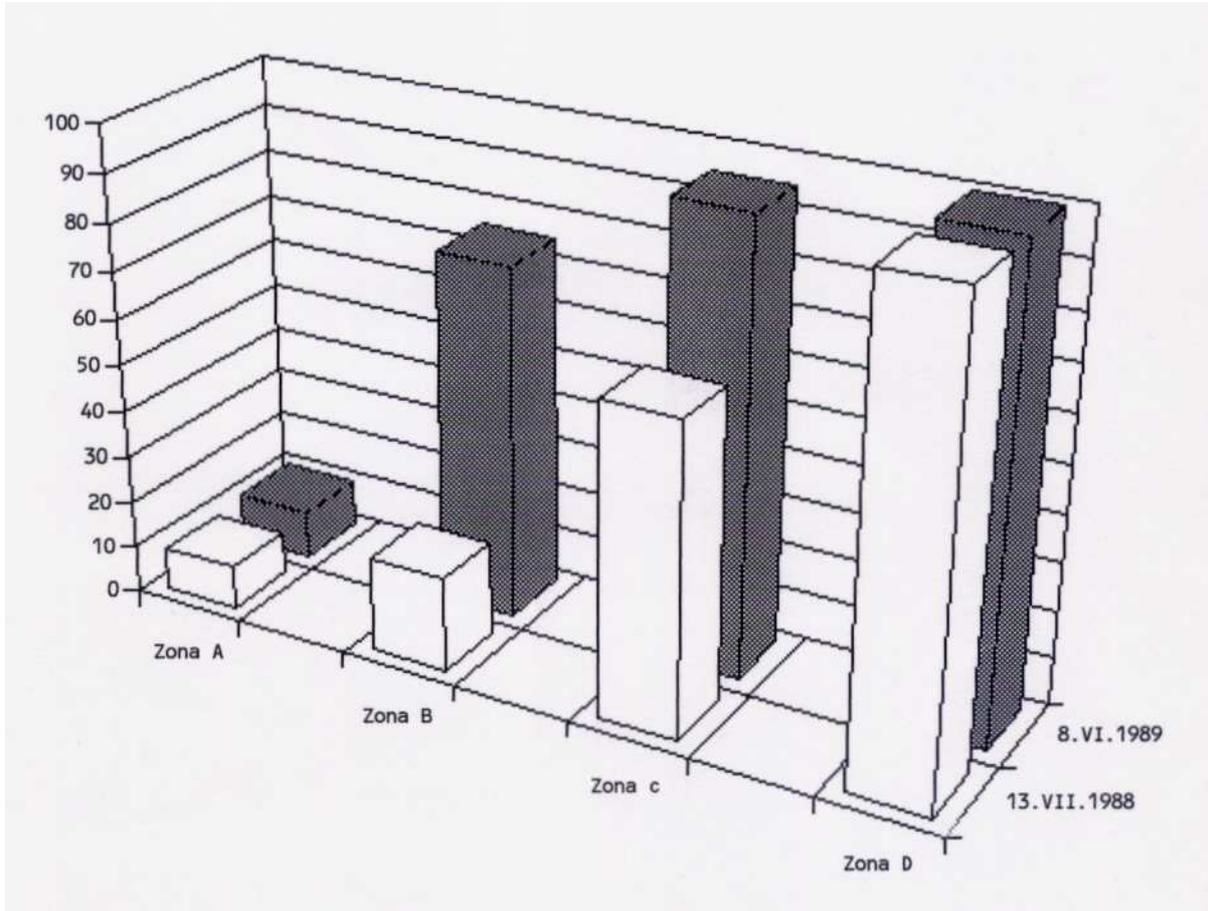


Fig. 8 — Vaccolino (FE) Mortalità (%) delle piante rilevata nelle quattro zone a salinità crescente.





Vaccolino (FE). Pioppeto della prova nel giugno 1989: zona A (piante sane)



Vaccolino (FE). Pioppeto della prova nel giugno 1989: zona D (piante morte)



**Vaccolino (FE): Particolare d cui alla foto precedente:
si noti la presenza di efflorescenze saline sulla superficie del suo]o**



**Vaccolino (FE) - Necrosi fogliari provocate da eccesso di salinità nel terreno
su pianta di un clone sperimentale**



Vaccolino (FE) - Necrosi fogliari provocate da eccesso di salinità nel terreno su pianta di un clone sperimentale



Vaccalino (FE). Necrosi fogliari provocate da eccesso di salinità nel terreno su pianta del clone VILAFRANCA di *Populus alba*

4. TERRENI CALCAREI

4.1 Introduzione

Con l'estendersi della pioppicoltura dal suo habitat naturale a terreni ex agrari meno profondi, meno sciolti e più calcarei, si è assistito a manifestazioni sempre più frequenti di una turba fisiologica, attribuita a ferrocarenza, che si rende nota con l'ingiallimento delle foglie seguito da necrosi e dell'arresto dell'accrescimento nei casi più gravi.

In precedenti ricerche (Frison et. alii., 1982) sono stati affrontati argomenti riguardanti le cause che hanno provocato l'aumento della frequenza e della intensità della fisiopatia e in particolare della possibilità di cura e di prevenzione (Frison, 1986). A questo proposito si può affermare che le prove fatte hanno dimostrato che la clorosi ferrica del pioppo in vivaio può essere curata efficacemente mediante trattamenti precoci per via radicale con Sequestrene 138 Fe (EDDHA), alla dose di 3 g/m² o con prodotti equivalenti. La cura ha un costo che incide di circa il 5% sul prezzo medio delle pioppelle per cui è sopportabile. Altrettanto efficaci si sono dimostrati i trattamenti in pioppeto dove però il costo, anche per necessità di dosi più elevate e per il basso valore del materiale prodotto, diventa proibitivo.

Per la soluzione al problema della clorosi da calcare nei pioppeti, sono perseguibili altre vie, individuabili nella scelta della stazione con tenore in calcare attivo sopportabile, nella applicazione di metodi agronomici di prevenzione o di cura e nella scelta di cloni con più ampi limiti di tolleranza. Si tratta cioè, in primo luogo, di diagnosticare l'idoneità della stazione e di valutare l'intervallo di tolleranza all'eccesso di calcare dei cloni coltivati e di quelli in avanzata fase di selezione.

Al fine di acquisire elementi utili per mettere a punto un metodo per la valutazione della idoneità del terreno calcareo alla coltivazione del pioppo senza rischi per la clorosi ferrica, è stata fatta una prima indagine a carattere preliminare, cui ha fatto seguito un'indagine specifica sui terreni collinari del Monferrato che, oltre ad essere calcarei, presentano anche altri limiti edafico—stazionali per la coltivazione del pioppo.

Nella indagine preliminare sono state scelte una dozzina di stazioni, dislocate rispettivamente nelle colline del Monferrato, nel Mantovano, nel Piacentino e nel Ferrarese, nelle quali le piante di pioppo presentavano danni da clorosi. In tali pioppeti, nei quali figurava sempre il clone I—214, dallo strato Ap, sono stati prelevati dei campioni di terreno e sono state fatte le analisi fisico—chimiche riportate nella tabella 15.

Tab. 15 Caratteristiche fisico-chimiche di campioni di terreno prelevati in pioppeti con manifestazioni di clorosi ferrica

Caratteristiche	Colline del Monferrato			Provincia di Piacenza			Provincia di Mantova			Provincia di Ferrara		
	Camino	Rosignano	S. Salvatore	Sarmato	Fossadello	S. Savino	Marcaria	Casteldario	Bancole	Migliaro	Cona	Migliarino
Scheletro (%)	0,0	0,7	2,5	0,00	0,20	0,00	2,50	1,20	0,5	2,10	0,00	0,20
Tessitura												
Sabbia grossa (2-0,2 mm) (%)	2,1	2,0	2,6	2,10	0,80	2,80	2,70	8,30	18,30	0,60	0,40	0,70
Sabbia fine (0,2-0,02 mm) (%)	35,4	36,5	39,8	18,80	39,40	35,20	43,70	57,50	47,20	14,80	36,60	34,70
Limo (0,02-0,002 mm) (%)	44,0	46,3	44,2	37,15	37,80	40,20	37,30	25,00	23,50	58,90	48,50	49,30
Argilla (<0,002 mm) (%)	18,5	15,2	13,4	41,95	22,00	21,80	16,30	9,20	11,00	25,70	14,50	15,30
Reazione in pH (H ₂ O) (%)	7,65	7,82	7,89	7,60	7,83	7,70	7,77	7,78	7,78	7,90	7,72	7,75
Carbonio organico (%)	1,15	0,97	0,58	1,63	1,35	1,02	1,24	0,90	0,93	1,34	1,43	1,17
N ₂ (Kjeldahl) (%)	0,13	0,09	0,06	0,14	0,13	0,10	0,12	0,08	0,09	0,12	0,14	0,11
P ₂ O ₅ assimilabile (ppm)	45,00	60,00	47,00	117,37	83,00	173,00	152,00	167,00	89,00	139,00	110,00	141,00
K ₂ O scambiabile (ppm)	98,00	170,00	90,00	110,00	148,00	133,00	118,00	103,00	90,00	172,00	137,00	125,00
CaO scambiabile (ppm)	5200,00	4970,00	4580,00	6665,00	4620,00	4305,00	4410,00	4515,00	4130,00	4790,00	5775,00	4970,00
MgO scambiabile (ppm)	267,00	320,00	180,00	568,00	295,00	344,00	432,00	340,00	253,00	1025,00	514,00	647,00
Calcare totale (%)	15,1	10,7	22,0	10,41	16,70	12,80	10,10	16,10	17,00	7,20	10,50	7,20
Calcare attivo (%)	11,4	6,9	10,6	7,24	8,90	7,00	6,00	4,10	3,90	6,20	5,10	4,20
Ferro disponibile (ppm)	65,00	57,00	61,00	63,06	175,00	112,00	16,00	15,00	18,00	43,00	22,00	16,00
Manganese disponibile (ppm)	12,00	4,00	1,60	4,56	0,90	3,10	3,00	2,10	1,30	2,00	1,60	0,80
Rame disponibile (ppm)	1,00	19,40	6,10	1,46	4,10	2,10	10,50	1,10	1,60	1,00	2,10	1,50
Zinco disponibile (ppm)	1,30	1,80	1,10	1,10	1,40	1,20	2,90	0,70	1,00	0,90	0,80	0,50
Boro disponibile (ppm)	0,58	0,36	0,74	0,62	0,62	0,49	1,12	0,54	0,62	1,56	0,93	1,00

Attraverso l'esame critico dei dati analitici, e in particolare del tenore in calcare attivo, in calcio scambiabile, in fosforo e in ferro assimilabili, si è cercato di vedere se era possibile stabilire, almeno orientativamente, se vi fosse una certa analogia per quanto riguarda detti parametri tra i diversi terreni considerati, tutti con elevato potere clorosante.

Da tali dati risulta che nei pioppeti in cui il clone I-214 ha manifestato evidenti manifestazioni di clorosi ferrica, i terreni presentano:

- da un minimo di 50% di particelle fini (limo + argilla) ad un massimo di 85%;
- da un minimo di 4400 ppm di calcio scambiabile ad un massimo di 6600 ppm;
- da un minimo di 16 ppm di ferro assimilabile, ad un massimo di 65 ppm.

Per quanto riguarda l'entità del danno si può valutare che esiste una notevole variabilità clonale. Ad esempio, a San Salvatore il clone I-214 ha subito la perdita di circa il 50% delle piante nel corso del turno mentre a Camino, dove il clone BL_COSTANZO ne ha perse altrettante, il primo clone non ha avuto alcuna mortalità ma soltanto ingiallimenti intensi.

Nei terreni di Fossadello e di San Savino, con più alto contenuto in ferro assimilabile (rispettivamente 115 e 112 ppm) hanno manifestato clorosi ferrica soltanto i cloni meno tolleranti e in particolare l'ERIPANO, ibrido di *P. deltoides* x *P. maximowiczii*.

Una notevole differenza di comportamento è stata notata anche tra vivaio e pioppeto. Ad esempio, nel mantovano e nel piacentino, negli stessi terreni, mentre in vivaio la clorosi ferrica ha infierito in maniera grave anche sul clone I-214, in pioppeto la fisiopatia si è manifestata soltanto sui cloni più sensibili e a cominciare dal 5°—6° anno dall'impianto. E' probabile che nella manifestazione della ferrocarenza un ruolo determinante possa essere svolto dal bilancio idrico del terreno e, di conseguenza, dalla distribuzione e densità delle radici e dalla loro funzionalità.

Per tutte queste ragioni non è facile stabilire dei valori soglia per i vari parametri considerati.

Comunque i terreni argillosi, con oltre il 1'8% di calcare attivo, con 5000—6000 ppm di CaO scambiabile e con meno di 50—60 ppm di ferro assimilabile possono essere considerati a rischio, almeno per i cloni con una tolleranza media alla clorosi da calcare.

Nella indagine specifica si è presa in considerazione una ben delimitata area del Monferrato e precisamente la regione agraria 3 della Provincia di Alessandria denominata "*Collina dell'Alto Monferrato Alessandrino*", appartenente al settore statistico di Casale Monferrato (ISTAT, 1990), nell'ambito di questa è stato fatto un campionamento casuale dei pioppeti. In ciascuno dei pioppeti prescelti è stato fatto il prelevamento di campioni di terreno ed è stata rilevata la presenza (o assenza) e l'intensità della clorosi sulle piante. Poiché si tratta di una pioppicoltura quasi monoclonale con l'euro—americano I-214 (32 pioppeti su 38 appartengono a detto clone), che consente di escludere la variabilità genetica, si è cercato di capire quali potevano essere, in un'area a rischio abbastanza vasta, i fattori più importanti responsabili della fisiopatia e la frequenza e l'intensità di manifestazione della medesima e di valutare le potenzialità di questi terreni ai fini della coltivazione del pioppo.

I pioppeti sono stati costituiti impiegando pioppelle di uno e di due anni di vivaio e sono coltivati con cure un po' meno intensive rispetto a quelli di pianura.

4.2 Materiali e metodi

Nell'ambito dei 124 pioppeti sui quali è stata condotta l'indagine inventariale (Borelli et. alii., 1994), è stato fatto un sottocampionamento casuale di 38 pioppeti per le indagini pedologiche.

I rilevamenti sono stati effettuati nel giugno 1990 e hanno riguardato per ogni stazione (tabella 16) i seguenti parametri:

denominazione del profilo, località, giacitura (versante, fondovalle, sommità), pendenza, esposizione, età delle piante, clone, n° di piante e circonferenza media delle 15 piante disposte in una parcella di tre file (di 5 piante ciascuna), al centro della quale è stata aperta la buca pedologica.

Le buche sono state aperte con escavatore a profondità variabile da un minimo di 50 cm ad un massimo di 130 cm nella zona del pioppeto che a colpo d'occhio appariva la più rappresentativa di tutta l'area interessata.

Nella scheda di rilevamento di campagna la descrizione del profilo è stata fatta sommariamente tenendo conto:

- della profondità, stabilita sulla base della presenza e della distribuzione delle radici del pioppo;
- della presenza o assenza di scheletro, definito da materiale solido di dimensioni comprese tra 2 mm e 60 cm;
- del colore, definito mediante le tavole Munsell;
- della struttura;
- delle screziature, per cogliere fenomeni di alterazione chimico— fisica all'interno del suolo;
- degli orizzonti induriti, rappresentati da strati impenetrabili alle radici;
- delle fessure, che indicano fenomeni tipici di suoli con alto contenuto in argille espandibili
- del drenaggio, per valutare il tipo di deflusso delle acque dagli strati superficiali a quelli profondi del profilo.

I campioni di terreno per le analisi sono stati prelevati da più strati quando questi apparivano ben distinguibili l'uno dall'altro in particolare per il colore, ma anche per la tessitura, lo struttura, e così via. Poiché per la maggior parte si tratta di terreni poco evoluti e date le finalità pratiche della indagine, è stato ritenuto sufficiente considerare soltanto i dati analitici dello strato Ap (topsoil) e di quello sottostante (subsoil). Per Ap si intende l'orizzonte di coltura, influenzato dalle arature e da ogni altro intervento antropico. Si consideri che i terreni, prima di essere investiti con il pioppeto, avevano ospitato vigneti o colture agrarie. Non sono stati considerati gli orizzonti organici dato il limitato accumulo di residui organici e lo scarso tenore in sostanza organica, emersi nei rilievi di campagna e anche in laboratorio.

Le modalità di preparazione dei campioni di terreno e i metodi per le analisi di laboratorio sono quelli suggeriti dalla S.I.S.S. (Società Italiana di Scienza del Suolo).

Le analisi sono state limitate alla tessitura, alla reazione (pH in H₂O) e al calcare.

Per quanto riguarda il calcare sono stati determinati sia i carbonati totali sia la frazione attiva, data la frequente presenza nei pioppeti della collina di fenomeni più o meno gravi di ingiallimenti fogliari determinati da ferrocarenza, indotta da un eccesso di calcare attivo. La frequenza e l'intensità della fisiopatia è stata valutata con appositi rilevamenti fatti nel corso dell'estate.

4.3 Risultati

L'esame dei risultati dell'indagine viene fatto cercando di mettere in relazione le caratteristiche della stazione e quelle del profilo con l'accrescimento delle 15 piante misurate al momento del prelevamento dei campioni di terreno.

Per quanto riguarda la giacitura, si può dire che circa il 12% dei pioppeti è localizzato su sommità, il 58% su versante ed il 30% in fondovalle. Per i versanti la pendenza media di circa il 20%, con punte massime del 40%. L'esposizione predominante è quella a Nord e la meno frequente è quella a Sud.

Non si può fare un esame dettagliato sull'influenza delle caratteristiche stazionali sulla riuscita del pioppeto essendo i dati raccolti (tab. 16) piuttosto eterogenei sia con riferimento al clone che all'età delle piante. Comunque si possono fare alcune considerazioni a carattere generale. In linea di massima i risultati produttivi sono molto migliori nel fondovalle che nei versanti e nelle sommità, salvo qualche rara eccezione. Nei versanti è molto frequente incontrare pioppeti con un netto gradiente di crescita decrescente dal basso verso l'alto, in particolare alle pendenze maggiori, dove bastano pochi metri per determinare differenze in accrescimento evidenti sia in altezza che in diametro. Queste variazioni di crescita possono essere correlate con variazioni inverse riguardanti la profondità del profilo del terreno e quindi le sue riserve idriche. Per i versanti diventa molto importante anche l'esposizione, per le variazioni che essa comporta nei riguardi della temperatura del terreno.

Ad esempio è stato notato che nei versanti esposti a Nord, rispetto a tutti gli altri, nelle primavere tendenzialmente fredde, risulta più difficile l'attecchimento delle pioppelle. Il terreno, in particolare se presenta un elevato tenore di acqua, si mantiene freddo più a lungo ritardando l'emissione delle radici delle pioppelle rispetto allo sviluppo dei germogli, favorendo la cosiddetta crisi di trapianto. Dall'esame dei profili (tab. 17) si rileva che 8 di essi presentano una profondità molto scarsa, e cioè di 50—60 cm al massimo. Il sottosuolo è costituito da spessi strati di calcare impenetrabili dalle radici. In queste situazioni l'accrescimento, come risulta dal prospetto sottostante, è molto modesto.

profilo 3 — circa cm 44 di circonferenza a 11 anni

Profilo 6 — circa cm 32 di circonferenza a 6 anni

Profilo 13— circa cm 46 di circonferenza a 8 anni

Profilo 10 - circa cm 68 di circonferenza a 11 anni

Profilo 29 - circa cm 63 di circonferenza a 8 anni

Profilo 20 - circa cm 36 di circonferenza a 8 anni

Ciò si riscontra sia per il clone I—214 che per altri euro—americani, non meglio identificati (profilo 10). Per il profilo 8 non può essere valutato l'accrescimento essendo il pioppeto al primo anno dall'impianto. Superficiali vanno considerati anche i profili 2, 4, 9, 12, 27, 28, 31, 32, 33, 34 che alla profondità di oltre 50—60 cm presentano un tenore di calcare totale da oltre il 30% fino il 55%, nel quale penetrano un limitato numero di radici.

Gli accrescimenti in circonferenza in questi terreni sono i seguenti:

Profilo 2 — cm 66,9 a 8 anni

Profilo 4 — cm 77,7 a 11 anni

Profilo 9 — cm 68,0 a 7 anni

Profilo 12 — cm 52,0 a 6 anni

Profilo 27 — cm 67,5 a 8 anni

Profilo 28 — cm 55,0 a 11 anni

Profilo 31 — cm 94,0 a 9 anni

Profilo 32 — cm 52,6 a 12 anni

Profilo 33 — cm 41,9 a 6 anni

Profilo 34 — cm 66,7 a 9 anni

Si tratta di valori modesti, fatta eccezione per il profilo n. 31 dove invece gli accrescimenti sono da considerarsi buoni. Questa però è una stazione di fondovalle dove il bilancio idrico è più favorevole. Particolarmente scarsi sono gli accrescimenti relativi al profilo 32 nel quale il contenuto di calcare è molto alto, circa il 60%, anche in superficie.

Tenuto anche conto della distribuzione e dell'approfondimento delle radici del pioppo, meno superficiali apparirebbero i profili 1, 16, 19, 23, 24, 25 e 30 nei quali però esiste un'alta percentuale di calcare attivo, in particolare in 6 di essi (dal 9 al 13% circa).

In tutte e sette le stazioni le piante manifestano sintomi diffusi di clorosi, fatta eccezione per quelle relative al profilo 30 nella quale a presentare un eccesso di calcare attivo è soltanto il primo strato di cm 40 dalla superficie.

Gli accrescimenti possono essere considerati buoni nella stazione n. 16, che si trova sulla sommità, e nella 24 che si estende dal versante al fondovalle mentre è modesto in tutte le altre stazioni.

Nelle ultime dodici stazioni (5, 7, 14, 15, 17, 18, 21, 26, 35, 36, 37 e 38) dall'esame del profilo non emergono i limiti rappresentati dalla scarsa profondità (considerata anche la presenza di radici di pioppo), o dall'eccesso di calcare attivo (fatta eccezione per la n. 18). Ciò malgrado in alcune di esse (7, 14, 26 e 38) l'accrescimento è scarso e nelle altre (5, 15, 18, 21, 35, 36, 37) e tutt'al più modesto. Nelle stazioni n. 11 e 22 i pioppeti sono stati abbattuti immediatamente prima dei rilievi pedologici.

Un approfondimento dell'indagine può essere fatto esaminando i dati relativi alla tessitura dei terreni e ai loro contenuti in calcare attivo e alla reazione.

Per quanto riguarda il pH non si segnala nulla di particolare poiché tutti i valori rientrano nei limiti della reazione sub—alcalina.

In base alla granulometria dei campioni prelevati dallo strato più superficiale (fino a 40—60 cm), i terreni rientrano nelle seguenti sette classi di tessitura:

- franco sabbiosa (profili n. 5, 6, 13)
- franca (profili n. 7, 34, 35, 37)
- franco argilloso sabbiosa (profili n. 8, 9, 14, 33)
- franco argilloso limosa (profili n. 1, 3, 10)
- franco argillosa (profili n. 2, 4, 12, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 25, 26, 29, 30, 31, 32)
- argilloso limosa (profili n. 18, 22)
- argillosa (profili n. 11, 20, 24, 27, 28, 36, 38).

In molti profili negli strati sottostanti al primo la tessitura non cambia sostanzialmente e in una parte di essi aumenta la percentuale di argilla.

Nei terreni della prima classe di tessitura (5, 6 e 13) non si hanno problemi di drenaggio. Il tenore in calcare attivo è molto alto nelle stazioni 6 e 13 (rispettivamente 7,75% e 10,75%) e relativamente basso nella stazione 5 (tenore del 2,65 da 0 a 45 cm e del 4,13 da 45 a 90 cm). La ferrocarenza è accusata dalle piante in maniera più o meno grave in tutte e tre le stazioni.

Nelle quattro stazioni a tessitura franca, poiché lo strato superficiale è adagiato su strato a tessitura più fine (franco argillosa) ci possono essere problemi di drenaggio, legati anche all'orografia. Il tenore in calcare attivo è minimo nella stazione 7 (0,75%) e nella stazione 35 (0,14%) dove non ci sono manifestazioni di clorosi, mentre è molto elevato nella stazione 34, la quale presenta manifestazioni di clorosi, ma è minimo nella stazione 37 (0,1%) dove la clorosi è presente in maniera evidente. Si tratta però di piante del clone BL_COSTANZO, molto più sensibile alla clorosi del clone I-214.

Nelle quattro stazioni a tessitura franco argilloso sabbiosa, situate nella parte alta o mediana del versante, il drenaggio è favorito dalla pendenza. La clorosi non è presente nella stazione 8, che ha un basso contenuto in calcare attivo, ma si è manifestata nelle stazioni 9 e 14 in maniera abbastanza lieve e in modo molto grave nella stazione 33 dove il contenuto in calcare attivo è dell'ordine dell'11-12%. Nelle tre stazioni a tessitura franco argilloso limosa non ci sono problemi di drenaggio ed il contenuto in calcare attivo è molto elevato. La clorosi ha infierito nelle prime due stazioni ma non si è manifestata nella terza, malgrado l'alto tenore in calcare attivo. Le piante però hanno avuto una crescita estremamente modesta, data la scarsa profondità del profilo e la giacitura su versante.

Nelle quindici stazioni a tessitura franco argillosa, situate su versante, spesso nella parte mediana, ma anche nella sommità o nella parte bassa, non si evidenziano gravi problemi di drenaggio. La clorosi ferrica si è presentata in tutte le stazioni in forma da abbastanza grave a grave, fatta eccezione per le tre stazioni n. 15, 16 e 26, che hanno i più bassi contenuti in calcare attivo. Nei pioppeti di queste ultime stazioni la fisiopatia si è manifestata soltanto su poche piante ed in forma lieve. Le due stazioni a tessitura argilloso limosa (18 e 22) non presentano evidenti problemi di drenaggio e nemmeno di clorosi ferrica: il contenuto in calcare attivo raggiunge valori elevati (10%) soltanto nello strato superficiale della prima stazione e valori medi nella seconda (5,3%).

Va però sottolineato che entrambe le stazioni sono situate in fondovalle dove il terreno è piuttosto profondo.

Le sette stazioni a tessitura argillosa presentano tutte una certa pendenza, che facilita l'eliminazione dell'acqua in eccesso evitando ristagni. Cinque di esse presentano eccesso di calcare attivo e sulle piante si evidenziano sintomi di clorosi ferrica. La fisiopatia interessa anche le piante delle due stazioni (n. 36 e 38) che dalle analisi non risultano eccessivamente calcaree e nelle quali, però, lo spessore dello strato del terreno attivo è limitato.

Le sette stazioni con terreno a tessitura argillosa sono situate in parte sulla sommità del rilievo (n. 11 e 36), altre sulla parte alta del versante (n. 20 e 28) o sulla parte mediana del versante (n. 24, 27 e 38) e quindi non sono interessate da gravi problemi di drenaggio.

Alcuni terreni (n. 20, 24 e 27) presentano eccesso di calcare attivo (dal 7 al 10%) e le piante manifestano attacchi di clorosi di intensità abbastanza grave, altri presentano contenuti medi

(n. 11 e 38) o bassi (n. 28, solo nello strato superficiale, e n. 36) e le piante manifestano sintomi di clorosi molto evidenti, probabilmente per la scarsa profondità del profilo (n. 28) o per l'alto contenuto di argilla (n. 38) che possono aver creato difficoltà alla espansione radicale.

Da quanto sopra esposto appare abbastanza evidente che non esiste una netta correlazione tra tessitura e contenuto in calcare attivo. La conferma si ottiene anche dal calcolo del coefficiente di correlazione che risulta di 0,247 mettendo in relazione la percentuale di limo + argilla con il contenuto in calcare attivo. Il valore del coefficiente di correlazione è troppo basso per essere significativo. Altrettanto evidente è che non esiste una netta relazione tra contenuto in calcare attivo e intensità della clorosi ferrica. Come è noto la fisiopatia non può essere spiegata soltanto sulla base del tenore in calcare attivo ma devono essere considerati anche altri fattori tra i quali la profondità del terreno e la tessitura degli strati giocano un ruolo determinante sul bilancio idrico e quindi sulla espansione e sulla funzionalità radicale con conseguenze sugli equilibri nutritivi. Si aggiunga inoltre che oltre a questo tipo di clorosi, che può essere definita clorosi indotta da un eccesso di calcare attivo, legata ad una indisponibilità del ferro a livello del suolo, che non può essere assorbito dalle radici, esiste una clorosi fisiologica. In questo caso il ferro, assorbito a livello radicale viene trasferito verso le foglie ma, per una deficienza di acido citrico (riserve glucidiche insufficienti) il ferro, arrivato a livello delle foglie è in solubilizzato e non più utilizzabile dalla pianta che non riesce a trasferirlo alle nuove foglie in via di formazione. Ci può essere anche una forma di clorosi legata ad una deficienza di ferro nel terreno, fortunatamente molto rara. Questi diversi tipi di clorosi si possono verificare simultaneamente ed è molto difficile differenziarli.

I danni per clorosi vanno dall'ingiallimento fogliare più o meno intenso su una parte più o meno ampia delle piante, con conseguenze difficilmente valutabili sulla crescita (ad es. nei pioppeti n. 1, 3, 5, 6, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 36, 37, 38) alla morte di un numero non trascurabile di piante (come ad esempio nei pioppeti n. 2, 12, 31, 32, 33, 34), con conseguenze evidenti sulla produzione. Di solito, data l'elevata eterogeneità del terreno, la mortalità non interessa aree molto ampie ma gruppi di qualche decina di piante per cui ad essere colpito è quasi sempre soltanto una quota parte del pioppeto e non la sua totalità. Nei casi più gravi questa parte può arrivare fino al 30% del totale (Vedi foto a pag.37-39).

Per quanto riguarda il bilancio idrico occorre dire che l'area interessata all'indagine dal punto di vista fitoclimatico rientra nella zona del 'Castanetum', sottozona fredda, con precipitazioni annue medie di circa 700 mm, caratterizzate da 2 minimi (estivo e invernale) e da 2 massimi (primaverile e autunnale). Durante l'estate, nei periodi di siccità, i terreni, in particolare quelli a tessitura più fina, vanno soggetti a crepacciature larghe anche 5—6 cm e profonde fino ad oltre lo strato Ap, dato che non esiste, soprattutto nei pendii, una falda in grado di influenzare per capillarità lo stato di umidità del terreno degli strati più superficiali. Viceversa nei periodi più piovosi i terreni a tessitura argillosa si saturano d'acqua e diventano inagibili alle macchine operatrici per lunghi periodi. Si verificano quindi alternanze di periodi ad alta umidità con altri di siccità creando condizioni sfavorevoli per una crescita regolare delle piante.

Nelle aree in pendenza, in particolare in corrispondenza degli impluvi, gli strati superficiali saturati dalle acque di precipitazione spesso scivolano sullo strato calcareo sottostante provocando vere e proprie frane. In alcuni casi gli agricoltori ricorrono al pioppeto proprio nel tentativo di contenere il fenomeno, confidando nella azione protettiva della rete di radici di pioppo. Ma l'intervento ha poche probabilità di riuscita perché in tali situazioni anche il pioppo ha difficoltà a sviluppare un sistema radicale adatto allo scopo.

4.4 Considerazioni

Sulla base dei risultati conseguenti nelle indagini preliminari, riguardanti in particolare terreni calcarei di pianura, individuabili ad esempio in alcune aree del mantovano (Marcaria, Pilastro, Castel d'Ario, Gazzo Bigarello), del ferrarese (Migliaro, Migliarino) e anche del Friuli (Torsa di Tolmasson, Palazzolo dello Stella), si può dire che l'attento esame del profilo del terreno in campo e di pochi dati di laboratorio (pH, calcare totale e attivo, ferro assimilabile), può essere sufficiente

per escludere dalla pioppicoltura i suoli maggiormente a rischio. La valutazione va fatta in maniera abbastanza severa perché in pioppeto la fisiopatia, pur non manifestandosi nei primi anni dalla messa a dimora, può fare la sua comparsa al 4°—5° anno anche su piante di ottimo sviluppo e provocare danni di rilievo. Ancora più severa deve essere la valutazione quando si intende destinare un terreno calcareo all'allevamento delle pioppelle in quanto in vivaio, data l'elevata densità di impianto (circa 10,000 piantine ad ettaro) e conseguentemente il precoce fitto intreccio di radici, la clorosi ferrica si manifesta più frequentemente che in pioppeto.

I dati raccolti con l'indagine specifica sui terreni collinari calcarei consentono di affermare che i principali fattori limitanti la crescita dei pioppi sono di diversa natura e spesso agenti in modo concomitante. Essi vanno ricercati in primo luogo nella scarsa profondità del profilo, nell'eccesso di calcare attivo, nell'alto contenuto di argilla e nella scarsa disponibilità idrica durante l'estate.

L'azione negativa di questi ultimi fattori generalmente si aggrava con il diminuire dello spessore del topsoil nel profilo colturale.

In questi terreni le produzioni sono decisamente scarse anche se abbastanza frequentemente si possono raggiungere incrementi dell'ordine di 10 m/ha/anno. Se si considera che per conseguire queste produzioni, anche se si adottano modelli colturali meno intensivi di quelli tipici della pioppicoltura padana, occorre pur sempre sostenere costi elevati, ci si rende conto che con i cloni ora disponibili e con le tecniche attualmente in uso le possibilità di coltivare convenientemente il pioppo nei versanti delle colline calcaree del Monferrato sono piuttosto modeste.

Certamente molto migliori sono le possibilità nei fondovalle dove una maggiore profondità del terreno (associata a più elevate riserve idriche), una tessitura più favorevole e un minore tenore di calcare attivo, consentono produzioni ragguardevoli, paragonabili a quelle della Pianura Padana.

Tab. 16 Caratteristiche delle stazioni e dei pioppeti oggetto dei campionamenti di terreno

Profilo n°	Scheda n°	Località	Giac. (*)	Pend. %	Esposiz.	Età (anni)	Clone	Piante (n.)	Circonferenza media (cm)
1	230	Vestodina	V	25	Nord	12	Eur.	215	70,53
2	230	Vestodina	V	23	Nord	8	214	789	66,93
3	230	Vestodina	SVF	-	Nord	11	214	100	43,93
4	230	Vestodina	SVF	31	Nord	11	214	147	77,73
5	230	Vestodina	F	-	Nord	7	214	454	65,13
6	230	Vestodina	V	25	Nord	6	214	68	32,86
7	329	Stevani	F	14	Ovest	11	214	264	59,20
8	329	Stevani	F	14	Ovest	1	214	192	9,00
9	344	Stevani	V	21	Ovest	7	214	530	68,07
10	306	Ottiglio	V	20	Est	11	Eur.	146	68,13
11	-	Salabue			Pioppeto abbattuto				
12	243	Castel. M.	V	28	N.-Est	6	BL	180	52,14
13	323	Alfiano	F	-	-	8	214	260	45,87
14	323	Alfiano	V	40	Est	8	214	338	52,20
15	323	Alfiano	V	29	Est	7	BL	173	59,73
16	319	Zanco	S	-	-	12	214	58	96,80
17	319	Zanco	S	-	-	3	Eur.	180	37,07
18	319	Zanco	S	-	-	7	214	128	57,53
19	267	Villadeati	V	12	S.-Est	7	214	197	66,27
20	267	Villadeati	V	16	Sud	8	214	65	36,13
21	267	Villadeati	V	23	N.-Ovest	7	214	85	60,64
22	348	Fontanina			Pioppeto abbattuto				96,67
23	184	Cicengo	F	-	-	6	214	120	55,33
24	184	Cicengo	V-F	19	Ovest	11	214	197	91,20
25	184	Cicengo	V-F	17	Ovest	7	214	462	62,60
26	160	Cerrina	V	16	N.-Est	9	214	604	65,00
27	21	Moncestino	V	28	N.-Est	8	214	156	83,13
28	46	Micengo	V	23	Ovest	11	214	150	55,07
29	162	Montaldo	V	21	N.-Est	8	214	82	63,47
30	162	Montaldo	F	-	-	7	214	194	52,40
31	165	Serralunga	F	-	-	9	214	105	94,40
32	165	Serralunga	F	-	-	12	214	87	51,60
33	165	Serralunga	V-F	9	Nord	6	214	467	41,87
34	165	Serralunga	V	34	Nord	9	BL	122	66,71
35	98	Pontestura	F	-	-	14	214	92	96,33
36	98	Pontestura	S	-	-	7	BL	82	62,00
37	98	Pontestura	V	12	Nord	9	BL	156	76,20
38	123	Quarti	V	20	Nord	12	214	780	63,87

(*) V = Versante; S = Sommità; F = Fondovalle

Tab. 17 Analisi fisico-chimiche dei terreni prelevati nel maggio 1990 nei pioppeti situati nelle località elencate nella tabella 16

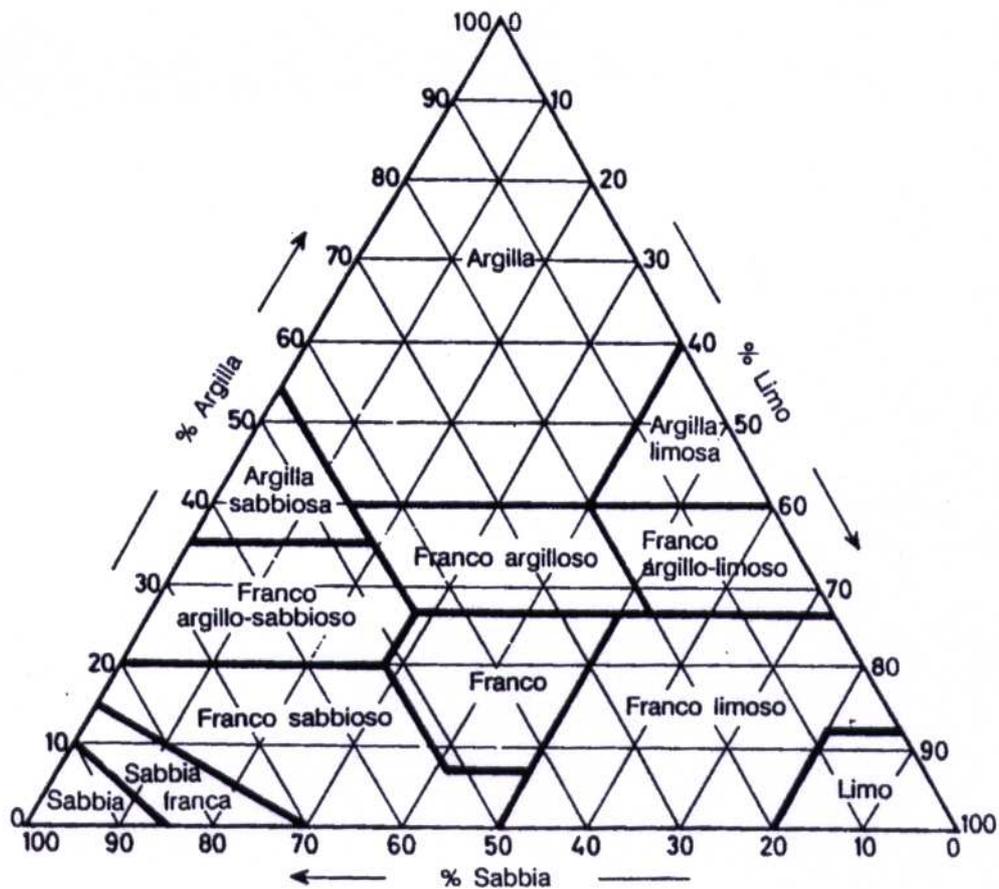
Profilo (n.)	profond. (cm)	Tessitura				Reazione pH (H ₂ O)	Calcare	
		sabbia grossa (%)	sabbia fine (%)	limo (%)	argilla (%)		totale (%)	attivo (%)
1	0-40	1.67	16.78	45.15	36.60	7.45	18.75	6.13
	40-100	3.63	16.02	44.30	35.55	7.70	25.28	9.38
2	0-60	0.80	20.60	44.35	34.25	7.65	23.09	8.88
	60-120	1.05	14.90	42.40	34.05	8.00	42.45	10.88
3	0-50	0.47	11.88	58.35	29.30	7.80	48.80	12.38
4	0-40	0.69	26.36	35.90	37.05	7.55	13.96	3.63
	40-80	1.20	24.00	27.75	47.05	7.80	25.23	8.13
	80-120	1.16	17.69	50.75	30.40	7.65	33.55	10.50
5	0-45	0.89	83.36	4.30	11.45	7.65	7.82	2.63
	45-90	0.58	82.42	8.30	8.70	7.40	5.67	4.13
	90-130	0.22	41.23	39.70	18.95	7.80	0.10	0.75
6	0-50	1.59	83.31	2.70	12.40	7.55	29.63	7.75
7	0-50	1.41	42.04	49.00	7.55	7.05	0.10	0.75
	50-100	2.15	47.40	22.05	28.40	7.55	0.10	0.88
8	0-60	8.72	37.43	21.10	32.75	7.20	0.10	0.88
9	0-60	2.76	52.19	20.95	24.10	7.40	7.42	2.88
	60-120	1.55	44.00	25.05	29.40	7.40	32.23	10.13
10	0-60	1.48	16.07	45.85	36.10	7.05	39.63	10.88
11	0-40	2.32	23.18	30.00	44.50	7.30	11.78	5.25
	40-130	4.85	18.25	29.80	47.10	7.30	5.67	4.63
12	0-75	1.57	20.63	38.75	39.05	7.40	37.46	10.75
	75-130	0.69	18.36	38.70	42.35	7.70	34.84	12.00
13	0-80	32.45	32.00	31.80	3.75	7.30	36.59	10.75
14	0-50	35.48	26.82	22.90	24.80	7.40	12.21	4.13
	55-100	38.33	20.27	19.15	22.25	7.70	1.32	1.00
15	0-40	8.40	31.12	28.85	36.55	7.20	0.10	0.50
	40-85	8.27	29.08	23.60	39.05	7.25	0.10	0.50

16	0-60	1.47	21.88	42.70	33.25	7.40	20.91	6.03
	60-110	1.90	27.70	37.65	32.75	7.40	11.91	5.50
17	0-70	1.07	29.13	36.30	33.50	7.30	5.67	2.50
	70-120	0.63	33.87	31.20	34.30	7.50	0.88	0.63
18	0-55	0.71	6.19	49.70	43.40	7.40	38.36	10.00
	55-110	1.91	29.84	37.65	30.60	7.80	10.46	4.25
19	0-50	4.59	25.71	37.30	32.40	7.60	24.84	9.53
	50-100	4.53	25.47	34.10	35.90	7.60	26.30	9.50
20	0-40	1.60	18.35	30.75	49.25	7.40	22.67	10.50
21	0-60	2.33	27.77	43.70	30.20	7.30	17.00	6.63
	60-110	5.41	28.94	36.00	22.65	7.50	20.92	6.63
22	0-45	0.79	11.16	45.95	42.10	7.60	17.00	5.30
	45-120	0.25	12.00	38.90	48.85	8.00	19.70	4.88
23	0-50	1.82	20.43	45.40	32.35	7.60	27.00	9.63
	50-110	2.00	19.05	44.75	34.20	7.50	22.65	9.50
24	0-60	1.37	17.53	35.55	45.55	7.30	19.61	9.30
	60-100	1.79	17.76	35.50	44.95	7.60	19.61	9.00
25	0-55	1.26	22.94	43.00	32.80	7.80	25.71	10.30
	55-120	5.29	17.66	44.20	32.85	7.85	21.78	12.75
26	0-50	7.46	23.54	36.75	32.25	7.05	1.75	1.25
	50-120	7.52	24.03	27.45	41.00	7.20	0.44	0.88
27	0-40	1.85	31.20	24.40	42.55	7.40	32.62	8.75
	40-80	1.36	28.44	36.50	33.90	7.40	34.42	7.75
	80-110	0.70	26.85	28.95	43.50	7.50	0.67	2.13
28	0-40	1.40	17.95	35.75	44.90	7.30	10.90	1.75
	40-100	1.26	20.39	39.05	39.30	7.60	34.92	7.00
29	0-35	1.61	19.34	44.05	35.00	7.45	21.78	6.50
30	0-40	3.79	19.36	42.15	34.70	7.65	32.33	10.38
	40-110	1.28	13.02	34.15	51.55	8.00	4.80	2.75
31	0-50	2.72	26.30	38.18	32.80	7.80	23.09	12.15
	50-120	7.41	30.19	33.10	28.80	7.55	55.75	13.00
32	0-20	4.60	31.24	34.90	29.50	7.45	59.25	12.00
	20-100	3.39	35.36	31.75	30.20	7.65	48.40	11.63

33	0-60	5.90	41.04	22.85	30.20	7.30	47.05	11.38
	60-120	2.93	25.62	36.45	35.00	7.40	54.88	12.38
34	0-40	7.24	36.20	29.05	27.50	7.40	51.42	11.75
	40-110	5.68	26.37	37.25	30.70	7.45	48.80	12.00
35	0-50	1.98	44.37	31.20	22.45	7.20	0.44	0.14
	50-100	1.69	42.35	28.10	27.85	7.60	0.00	0.13
36	0-40	1.46	22.64	34.25	41.65	7.30	13.50	0.34
	40-100	0.35	25.85	27.85	45.95	7.40	0.88	0.21
37	0-30	1.74	46.41	26.55	25.30	7.00	0.10	0.10
	30-110	0.46	47.59	27.00	24.95	7.45	0.10	0.10
38	0-35	0.79	28.36	21.85	49.00	7.20	20.03	3.25
	35-100	0.07	50.68	24.25	25.00	7.20	4.96	2.50

Nota bene:

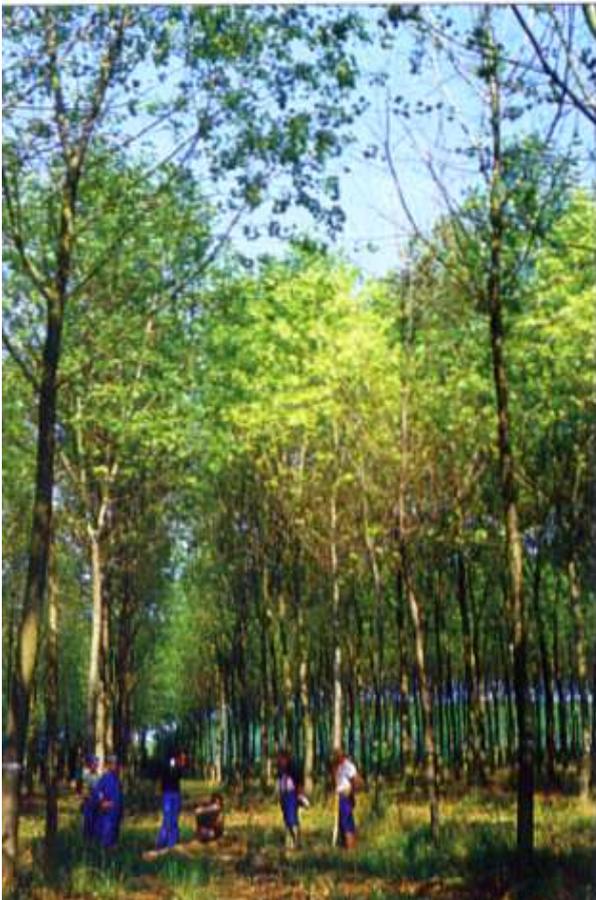
In alcuni profili (3, 6, 8, 10, 13, 2 e 29) è stato prelevato un campione soltanto dallo strato superficiale in quanto quello sottostante risultava marcatamente calcareo (marna calcarea).



Schema utilizzato per la classificazione dei terreni in base al contenuto di sabbia, limo e argilla (tessitura).



**Esempio di un profilo in un terreno collinare molto superficiale.
Topsoil di una quarantina di cm sopra un subsoil altamente calcareo.**



Macaria (MN). Piante morte in un pioppeto colpito da clorosi ferrica



**San Giorgio Monferrato (AL).
Vasto pioppeto su terreno calcareo collinare colpito da clorosi ferrica**



**Ozzano Monferrato (AL). Pioppeto in fondo valle (sano)
e pioppeti su pendio (colpiti da clorosi ferrica)**



Ozzano Monferrato (AL). Pioppeto su leggero pendio: si noti l'intensificarsi della clorosi ferrica e la minore crescita delle piante con l'aumentare della quota



Sullo sfondo, bei pioppeti sulla destra orografica del Po ai piedi delle colline di Coniolo (AL)

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Con i cloni commerciali selezionati per la pioppicoltura classica nella Padania e con i modelli colturali adottati, pur sempre di tipo intensivo, nei terreni acidi della barraggia e in quelli calcarei collinari del Monferrato sono state conseguite mediamente produzioni pari a 10 m³/ha/anno di massa legnosa utilizzabili (fino al diametro di 10 cm in punta). Sulla base di risultati di questo genere la coltivazione del pioppo non può essere giustificata da aspettative di carattere economico ma, data anche l'attuale incerta situazione di mercato, appare piuttosto legata alla necessità di impegnare in qualche modo i terreni in mancanza di alternative valide. In questa situazione si deve cercare di ridurre al minimo i costi e non si può nemmeno prendere in considerazione l'eventualità di affrontare maggiori investimenti per lavori di preparazione volti al miglioramento delle condizioni stazionali che sarebbero necessari sia per i terreni acidi (miglioramento del drenaggio e concimazione), che per i terreni calcarei collinari (apporti di fertilizzanti organici e di correttivi in genere per prevenire la ferro carenza, indotta da un eccesso di calcare attivo). Diventa pertanto importante procedere alla selezione delle micro— stazioni più idonee, nelle quali limitare la pioppicoltura, da attuarsi peraltro con tecniche semplificate per contenere al massimo i costi. Per procedere secondo questi intendimenti occorre affinare i metodi diagnostici per valutare l'idoneità delle stazioni, verificare ulteriormente la possibilità di applicare modelli colturali semplificati e, soprattutto, occorre selezionare cloni con maggiore capacità di adattamento a condizioni edafiche con minore potenzialità rispetto a quelle classiche per la pioppicoltura. Le possibilità di miglioramento certamente esistono. Le tecniche diagnostiche possono essere ulteriormente migliorate e le potenzialità d'uso dei terreni valutate con precisione accettabile. Semplificare i modelli colturali è possibile: già si è constatato che le piante di un anno danno produzioni analoghe a quelle di due, mentre richiedono un costo di produzione e di impianto inferiore. Le lavorazioni del terreno possono essere ridotte e limitate alla prima parte del ciclo. La correzione dell'acidità, sulla base dei risultati conseguiti, non appare di importanza fondamentale. Determinanti sono invece gli interventi atti a migliorare il drenaggio e quelli fertilizzanti, da effettuarsi razionalmente. La variabilità genetica del pioppo è sufficientemente ampia e potrebbe offrire buone prospettive alla selezione di cloni più adatti agli ambienti difficili considerati. Non molte possibilità si intravedono invece per i terreni salini, data la modesta adattabilità alla salinità dei cloni di pioppo saggiati, incluso il clone VILAFRANCA appartenente alla specie *Populus alba*. Ma sulla tolleranza alla salinità di questa specie non si pretende di dire l'ultima parola: il campo rimane aperto alla ricerca che non dovrebbe tardare di dare risultati di un certo interesse in futuro.

Dai risultati dell'indagine condotta nei terreni calcarei nella "Collina dell'Alto Monferrato Alessandrino", risulta che la pioppicoltura nel decennio considerato (1979-1989) ha conosciuto una evoluzione analoga a quella riscontrata nel complesso nella Pianura padana, e cioè un'espansione nei primi anni del decennio cui è seguita una continua contrazione, ma con risultati produttivi decisamente inferiori, dell'ordine del 35-40%. I bassi valori evidenziati sono da imputare essenzialmente ai modesti accrescimenti degli impianti realizzati sui versanti. Questi risultati sono da ricondurre essenzialmente ai fattori edafici sfavorevoli alla crescita del pioppo, quali la scarsa profondità del terreno, l'eccesso di calcare attivo, l'alto contenuto di argilla, la scarsa disponibilità idrica durante il periodo estivo e, al contrario, l'eccesso in primavera. I pioppeti piantati nei fondovalle sono generalmente molto più produttivi e, nell'area indagata, la superficie totale dei terreni riscontrati in fondovalle risulta pari a circa 1300 ettari nei quali la pioppicoltura potrebbe essere realizzata senza problemi di carattere pedologico.

In sintesi nei terreni marginali considerati in questa nota la pioppicoltura fatta con i cloni disponibili e con le note tecniche colturali non ha grandi possibilità di sviluppo. Essa rimane condizionata, considerati anche i bassi prezzi attuali del legname prodotto, dalla disponibilità di incentivi pubblici che nei prossimi anni non dovrebbero mancare, se la Politica Agricola comunitaria continuerà a sostenere finanziariamente il ritiro dalla produzione dei seminativi e l'incremento della

forestazione. Si tratterà comunque di una pioppicoltura con caratteristiche peculiari che la differenziano in modo sostanziale da quella tipica praticata nelle zone classiche della Padania per modelli colturali meno intensivi e per l'impiego di genotipi con maggiore adattabilità a fattori edafici limitanti.

6. BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON W.B., 1982 - Diagnosis and correction of iron deficiency in field crops - an overview. *Journal of Plant nutrition*, 5(4-7) 785-795.
- ARRU G., PREVOSTO M., 1981 - Gli aspetti economici e sociali della pioppicoltura in collina. 'Giornata Nazionale del Pioppo e 3a Giornata Regionale del Pioppo. 16 maggio, Rovigo.
- AVANZO E., FRISON G., 1979 - La pioppicoltura in collina e in montagna. *Agricoltura Ricerca*, 11(3)15-18.
- AVELLANEDA M., NIJENSOKN L., 1961 - Toxicidad salina en alamo y sauce alamo. Instituto de Suelos y Riego Facultad de Ciencias Agrarias. Univ. Nac. de Cuyo, Mendoza (Argentina).
- BORELLI M., CHIARABAGLIO P.M., COALOA D., FRISON G., 1994 - Aspetti tecnici ed economici della pioppicoltura nelle aree collinari del Monferrato (Cellulosa e Carta ..).
- CAPPELLI M., 1964 - Ricerche sugli effetti della salinità in un pioppeto del Basso Veneto. *Monti e Boschi*, XV, n. 6, 27-41.
- FRISON G., ANSELMINI N., BOCCONE A., 1982 - Research on iron chlorosis of poplars. *FAO/CIP/DIS, XXIII Meeting, Casale Monferrato, September 6-10, 1982.*
- FRISON G., 1984 - Scelta del clone e tecniche colturali in pioppicoltura. *Quaderni C.I.P.A. n. 9, 1-57.*
- FRISON G., 1986 - Prove di cura della clorosi ferrica del pioppo. *L'informatore Agrario*, XLII (48) 65-72.
- GIULIMONDI G., 1972 - Fenomeni di ingiallimento del pioppo in vivaio. *Cellulosa e Carta*, XXIII, 7,7-IS.
- GRUZDEV D.M., 1959 - "Influence of soil salinity on the growth of oak and other species in the irrigated regions of Azerbaijan" in *FA. voi. 21 n. 1.*
- HOCHBERG M., LAHAV N., 1976 - Soluble iron in several soils fertilized by Sequestrene 138 Fe. *Agrochimica*, XX (2-3) 213-221.
- HOLMES R.S., BROWN J.C., 1955 - Chelates as correctives for chlorosis. *Soil Science*, 80: 167-179.
- ISTAT, 1990- Comuni, Comunità Montane, Regione Agricole al 31 dicembre 1988, codici e dati strutturali, Istituto Nazionale di Statistica, Roma.
- PRINCIPI P., 1956- i terreni salini in Italia. *L'Italia Agricola*, 8, 542-553.
- ROMANO E., ROVELLI F., 1966 - Conduttività elettrica e salinità nelle indagini idropedologiche. *L'Irrigazione IV* (4) 29-43.
- SCHIERL R., KREUTZER K., 1991 - Effects of liming in a Norway spruce stand (*Picea abies* L.) *Karst. Fertilizer Research*, 27: 39-47.
- SEKAWIN M., 1979- Prospettive ed esperienze di pioppicoltura in terreni marginali. *Cellulosa e Carta*, XXX (1) 3-16.
- SPIECKER R., 1991 - Liming, nitrogen and phosphorus fertilization on the annual volume increment of Norway spruce stands on long-term permanent plots in South Western Germany. *Fertilizer Research*, 27:87-93.
- TERRASSON D., DEBOISSE G., IZEMOTNE M., DUVAL H., 1991 - Intéret des saules et des peupliers pour le boisement des marais desséchés de l'ouest (to be printed).
- WALLACE A., 1966- Ten years of iron EDDHA in correcting iron chlorosis in plants. *Current topics in Plant Nutrition. Univ. of Calif., Los Angeles*, 1-2.

7. RESUMÉ

Pour évaluer les possibilités réelles de l'utilisation de sols marginaux avec la culture du peuplier, des essais ont été effectués en particulier sur des sols acides de la Baraggia Vercellese, des sols calcaires de colline du Monferrate et des sols salins du littoral adriatique. Les résultats de l'expérimentation démontrent que les sols de ce type ne peuvent pas être systématiquement mis en valeur par la culture intensive du peuplier. En particulier, la correction de l'acidité par chaulage a - à part son prix élevé - une efficacité limitée dans le temps et la simple élévation de la valeur du pH ne suffit pas pour accroître la production. La chaulage doit toujours être accompagnée de fumure minérale et le coût des deux traitements sommés dépasse le bénéfice obtenu avec l'augmentation de production.

Dans les sols ayant une concentration saline élevée la culture du peuplier se heurte à des limitations importantes due à la faible résistance des hybrides euro-américains à la salinité. La plus grande partie des clones supporte des concentrations maximales de sodium de 1 pour mille et démontrent une tolérance inférieure à celle des plants agraires de grande culture.

Dans les sols de colline en pente, peu profonds, avec un excès de calcaire actif, la production est en moyenne plutôt faible (moins de 10 m³/an/ha) et est souvent encore réduite parfois même d'un tiers par effet de la chlorose ferrique. Dans ces sols il n'est pas rentable d'effectuer des traitements curatifs à base de chélates de fer et les possibilités d'interventions alternatives, par des méthodes agronomiques par exemple, sont limitées à cause de la lenteur et de la faiblesse de leur efficacité. La solution de ces problèmes doit être recherchée sur le plan génétique en sélectionnant des clones plus résistants à la carence de fer et en adoptant une stratégie culturale diverse qui, tout en prévoyant des interventions bien coordonnées, soit caractérisée par un moindre degré d'intensité.

8. SUMMARY

In order to evaluate the real possibilities of using marginal lands with intensive poplar cultivation, investigations were carried out on acid soils of the "Baraggia" near Vercelli, calcareous soils in the hills of Monferrato and saline soils along the Adriatic coast. The results of the experimentation show that soils of this kind are not always likely to be conveniently exploited with intensive poplar cultivation. Particularly, acidity correction by liming, besides being very expensive, is not very effective for a long time and the pH raising alone cannot increase yield. Liming must always be combined with mineral fertilization and the cost of both operations added together exceeds the profit resulting from yield increase.

In the soils with a high salt concentration poplar cultivation is limited because of the little resistance of euro-american hybrids to salinity. Most tested clones do not tolerate maximum sodium concentrations equal to 1 per 1000, thus showing a lower tolerance than crop plants.

In the slope lands in the hills, which are not very deep and have excess lime, yield is on average fairly low (less than 10 m³/year) and it is sometimes reduced by one third because of the incidence of iron chlorosis caused by excess lime. It is not economically convenient to carry out curative treatments with iron chelates and the possibilities of alternative interventions, for example with agronomic methods, are limited because of their low and slow effectiveness.

The solution to these problems is to be searched in genetics. The selection of clones more resistant to iron deficiency and the adoption of a different cultural model which is characterized by less intensive intervention.

Key words: poplar cultivation, acid soils, saline soils, hill calcareous soils

Casale Monferrato, 15 marzo 1994