

# **mantova**

**RIVISTA DI ECONOMIA E ATTUALITA' DELLA CAMERA DI  
COMMERCIO, INDUSTRIA, ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI MANTOVA**

N. 148 / DICEMBRE 1987



# MANTOVA

**Rivista trimestrale  
di economia e attualità**

Comitato Editoriale

Virginio Vernizzi (presidente ff.);  
Carlo Ligabue, Danilo Montanarini,  
Mario Iridile, Ernesto Scattolini,  
Adolfo Bollini, Italo Mezzadri (com-  
ponenti)

**Direttore**

Giano Botti

**Direttore responsabile**

Emilio Fanin

**Segreteria di Redazione**

Roberta Caldarini  
Manuela Carra  
Gianni Mazzola

**Direzione,  
redazione e amministrazione**

CCIAA - Mantova, Via P.F. Calvi, 28

Tel. 322371-2-3-4-5

Telex 300686

**Stampa**

CITEM - Mantova  
Via F.lli Bandiera, 32

Spedizione in abbonamento  
postale gruppo IV

Una copia L. 3.000  
Abbonamento annuo L. 12.000

c/c postale n. 274464  
intestato CCIAA - MN

Registrata presso il Tribunale di  
Mantova al n. 6 del 5 luglio 1948

## INDICE DEL N. 148 - DICEMBRE 1987

- 5 LA RELAZIONE DEL PRESIDENTE FF. VERNIZZI  
PER LA 35ª PREMIAZIONE DEI BENEMERITI DEL LAVORO  
E DEL PROGRESSO ECONOMICO
- 11 L'INTERVENTO DEL PRESIDENTE DELLA REGIONE  
LOMBARDIA, DOTT. BRUNO TABACCI
- 15 I BENEMERITI 1987
- 23 PREMI LAVORO 1986: LA RELAZIONE  
DELL'ALLORA PRESIDENTE BONORA
- 31 I BENEMERITI 1986
- 37 IL CONFLITTO ALL'INTERNO DELL'AZIENDA,  
*di Nello Zaniboni*
- 41 SULLA CONCIMAZIONE DEL PIOPPA  
NELLA VALLE PADANA, *di Giuseppe Frison*
- 59 STUDI SUL CULIVAR DI PERE «PRECOCE DI MOGLIA»,  
*di Montore Bertazzoni*
- 73 L'AEROPORTO DI VILLAFRANCA
- 75 DATI STATISTICI

*Dopo un'interruzione, per la quale ci scusiamo con i nostri lettori e  
abbonati, «Mantova» riprende regolarmente le pubblicazioni*

IN COPERTINA: Un delicato paesaggio di Siria D'Alessandro, artista con  
studio in Gonzaga (MN)

Istituto di Sperimentazione  
per la Pioppicoltura  
Casale Monferrato(\*)

# Recenti orientamenti sulla concimazione del pioppo nella Valle Padana

di GIUSEPPE FRISON

Coordinatore della attività di ricerca  
dell'Istituto nel campo  
«Tecniche colturali» e nel campo  
«Prove di adattabilità - Miglioramento genetico»

(\*) SAF - Società agricola forestale del gruppo Ente Nazionale Cellulosa e Carta.

## Introduzione

Per concimare il pioppo su basi razionali è necessario conoscere le esigenze nutritive della pianta e stabilirne il reale fabbisogno alimentare. Le prime possono essere valutate sulla base delle asportazioni minerali, determinate in funzione della biomassa prodotta; il secondo deve essere calcolato, oltre che sulle asportazioni, anche sulla possibilità delle utilizzazioni da parte della pianta dei singoli principi chimici in relazione alle caratteristiche fisiche e a quelle chimiche del suolo.

Il problema delle asportazioni e dei fabbisogni nutrizionali di questa salicacea è stato affrontato anche in Italia (Frison, 1967, 1968, 1969, 1975; Giulimondi, 1970, 1974) con risultati di un certo interesse. Recentemente è stata fatta da Bernier (1984) una rassegna bibliografica pregevole nella quale sono stati sintetizzati e rielaborati i dati di tutti i lavori degli ultimi decenni.

Tuttavia, se lo studio del bilancio nutritivo è un mezzo idoneo per avere delle informazioni sulle esigenze nutrizionali del pioppo, è attraverso la sperimentazione di campo, di durata pluriennale e condotta sempre sui medesimi alberi, che si può ottenere una verifica di tali informazioni e un approfondimento delle conoscenze necessarie per la scelta dei fertilizzanti e dei rapporti nelle formulazioni, dell'epoca e delle modalità di distribuzione e per valutare la risposta delle piante alla concimazione in funzione della loro età.

Dato il carattere prettamente agronomico della pioppicoltura, la concimazione, oltre a rispondere a criteri di razionalità, deve anche soddisfare precise esigenze di ordine economico.

Poiché una quindicina di anni fa le notizie disponibili nella letteratura italiana su tutti questi argo-



Fig. 1 - Delimitazione delle aree pioppicole della Valle Padana con l'indicazione delle località in cui sono state condotte le prove di concimazione.

menti erano assolutamente carenti o insufficienti, per colmare alcune lacune e per cercare di trovare una soluzione di ordine pratico ai principali problemi, è stata avviata dall'Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura di Casale Monferrato un'ampia sperimentazione nelle principali aree pioppicole della Padania (Fig. 1), con la precisa finalità di conseguire informazioni, in numero possibilmente sufficienti, per trarre delle conclusioni con alto grado di attendibilità.

La sperimentazione cui si fa riferimento in questa nota è iniziata nella primavera 1970 e consta di ben 38 esperienze delle quali la maggior parte è conclusa e l'altra, ormai in avanzata fase di esecuzione, ha già fornito elementi utili di valutazione. Di alcune esperienze sono già stati resi noti i risultati in precedenti pubblicazioni (Frison, 1976, 1978, 1984).

## Parte sperimentale

Le prove di concimazione in campo, già impegnative in termini

sia di tempo sia di denaro, sono rese particolarmente difficili per i possibili rischi di errori di interpretazione.

Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, un'importanza particolare assume la variabilità a livello del terreno e quella biologica che, oltre a essere legata all'irregolarità del suolo, è dovuta anche agli effetti imprevisi e non facilmente identificabili dell'andamento stagionale. Le piogge e le temperature possono alterare lo sviluppo delle radici e la loro funzionalità nell'assorbimento dei sali. Inoltre, la dotazione di azoto può diminuire con il dilavamento e aumentare con l'attività microbiologica e in entrambi i casi è influenzabile dall'andamento stagionale.

Per evitare o per lo meno contenere tali rischi e per mettere in evidenza gli effetti realmente attribuibili ai fertilizzanti, si è cercato di scegliere accuratamente il terreno e si sono impostate le prove secondo schemi sperimentali suscettibili di interpretazione statistica, utilizzando parcelle pluri-albero e monoalbero.

Nella scelta dell'unità sperimentale è stata data la preferenza alla parcella con più alberi, da 25 a 36, replicata da 4 a 6 volte, concimata sin dai primi anni dall'impianto, quando si avevano a disposizione ampi appezzamenti di terreno di buona uniformità.

Con questo tipo di parcella è stato realizzato il primo gruppo di 10 esperienze suddivise in due sottogruppi rispettivamente di 8 e di 2 prove, riguardanti le prime pioppete non consociate e le seconde pioppete consociate con colture erbacee. Il secondo sottogruppo di prove è stato costituito col preciso scopo di indagare l'influenza della fertilità residua derivante dalla concimazione alle colture erbacee consociate sull'accrescimento del pioppo negli anni successivi alla consociazione.

Si è data invece la preferenza alla parcella monoalbero, ripetuta da 6 a 16 volte, quando l'indagine si prefiggeva di mettere in evidenza l'effetto dei singoli elementi fertilizzanti anche in considerazione delle loro varie forme commercialmente disponibili e la reattività

della pianta in funzione della sua età al momento delle applicazioni. In questo caso i diversi trattamenti sono stati applicati ad alberi tra loro comparabili scegliendoli, dopo accurate valutazioni preventive, tra quelli di pari area basimetrica o, comunque, con differenze minime e in ogni caso statisticamente non significative. Sono stati esclusi sia gli alberi deperienti o anomali, sia quelli superdominanti.

Tra una parcella monoalbero e la successiva sono stati interposti almeno due alberi di bordo, frequentemente 3 o 4.

Con parcelle costituite da un solo albero sono state compiute 28 esperienze che possono essere ripartite nelle seguenti quattro classi di età delle piante al momento del primo intervento fertilizzante:

- 1° e 2° anno di vegetazione: 9 esperienze
- 3° e 4° anno di vegetazione: 7 esperienze
- 5° e 6° anno di vegetazione: 6 esperienze
- 7°, 8° e 9° anno di vegetazione: 6 esperienze.

In ogni caso, prima dell'inizio delle prove, o anche nel corso delle medesime nei casi che verranno precisati, sono stati prelevati dei campioni di terreno e le determinazioni analitiche sono state fatte con i metodi indicati in nota (1). Nei profili con evidenti stratificazioni è stato prelevato un campione da ogni «orizzonte» per poter valutare le variazioni in senso verticale granulometriche e degli elementi nutritivi.

I risultati della concimazione sono stati verificati con l'esame dei dati dell'accrescimento in circonferenza e in area basimetrica del fusto a m. 1,30 dal suolo, rilevati ogni anno. Nei casi in cui è stato possibile è stata esaminata la produzione legnosa all'abbattimento degli alberi ed è stato valutato lo stato di nutrizione minerale delle foglie.

Il campionamento delle foglie è stato fatto seguendo le modalità indicate nelle schede relative alle singole esperienze.

L'elaborazione dei dati, relativi sia alla circonferenza sia all'area basimetrica, è stata fatta mediante l'analisi della varianza. L'esame dei due parametri dendrometrici ha quasi sempre fornito risultati identici per cui, per brevità, in questa sede si ritiene sufficiente riportare soltanto i grafici relativi alle aree basimetriche, che tra l'altro si prestano anche a confronti in termini di incrementi annui.

Per brevità, in questa relazione ci si limita a illustrare soltanto 5 delle 38 esperienze condotte, scegliendole, indipendentemente dai raggruppamenti prima indicati, tra quelle più rappresentative per caratteristiche ambientali e per tesi a confronto e che sulla base dei risultati conseguiti consentono di trarre informazioni pratiche di validità abbastanza generale.

(1) - Le analisi sono state eseguite dal laboratorio chimico dell'Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura adottando i seguenti metodi:

- 1) analisi fisico-meccanica: metodo alla pipetta; dispersione con carbonato di litio al 2%.
- 2) pH = pH metro: rapporto terreno acqua 40/100
- 3) Calcare totale: calcimetro Scheibler.
- 4) Calcare attivo: metodo Drouineau.
- 5) C organico: metodo Wolkley e Black
- 6) Sostanza organica:  $C \text{ organico} \times 1,724$
- 7)  $P_2O_5$  totale e assimilabile: metodo Ferrari.
- 8)  $K_2O$  assimilabile: metodo Dirks e Scheffer modificato da Gelli.
- 9)  $K_2O$  scambiabile: metodo  $BaCl_2$ .

### Prova n. 1 - Concimazione letamica e minerale con due livelli (0 ed 1) di azoto, di fosforo e di potassio.

Località: Palazzolo dello Stella (UD)

Terreno: A) nei primi 50 cm: sabbio-limoso, a reazione neutra, me-

diamente dotato di sostanza organica e di azoto, modestamente fornito di fosforo e ricco di potassio assimilabile (Tab. 1);

B) negli strati sottostanti: calcareo, a reazione subalcalina, povero di sostanza organica, di azoto e di fosforo;

C) in profondità: presenza di uno spesso pancone calcareo che impedisce il drenaggio dell'acqua di pioggia, abbondante nel periodo autunnale, con ristagno a volte fino all'inizio dell'estate.

*Clima:* nel periodo dal 1971 al 1982 la temperatura media annua ha oscillato intorno ai 13°C; il mese più freddo è risultato gennaio con 4,28°C e quello più caldo agosto con 22,14°C. La media mensile minima si è avuta a gennaio nel 1980 con 2,2°C e quella massima a luglio del 1982 con 24,2°C. Nel semestre aprile-settembre la temperatura media è risultata di 18,62°C, con punte minime di 16,7°C nel 1973 e massime di 19,8°C nel 1975. Le precipitazioni annue, per il dodicennio considerato, in media sono risultate di mm 1185,5, con un minimo di 840 mm nel 1973 e con un massimo di 1584 mm nel 1978. La distribuzione delle precipitazioni è caratterizzata da due massimi di cui uno di 118 mm in giugno ed uno di 136 mm in ottobre e da due minimi di cui quello invernale (febbraio) più contratto di quello estivo (luglio).

*Preparazione del terreno:* scasso di cm 60-70 di profondità effettuato nella prima decade di settembre del 1970.

*Colture precedenti:* pioppeto (abbattuto all'età di 11 anni, tra novembre 1969 e maggio 1970).

*Clone:* *Populus x euramericana* (Dode) Guinier 'I-214'

*Tipo di materiale di impianto:* pioppelle di due anni di vivaio con circonferenza di cm 12-14,5 a m 1 da terra.

*Metodo di impianto:* collocamento degli astoni in buche profonde cm

## Palazzolo dello Stella (UD) – Caratteristiche fisico-chimiche del terreno

CARATTERISTICHE	PROFONDITÀ DI PRELEVAMENTO IN CM								
	PROFILO 1			PROFILO 2			PROFILO 3		
	0-55	56-65	66-120	0-50	51-70	71-140	0-50	51-70	71-120
Scheletro (0>2 mm) %	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Granulometria									
Sabbia grossa (2-0,2 mm) %	0,51	0,81	0,21	0,21	0,33	0,40	0,58	1,59	0,31
Sabbia fine (0,2-0,02 mm) %	44,00	33,20	35,00	34,80	27,70	47,60	42,40	48,90	66,70
Limo (0,02-0,002 mm) %	28,30	26,00	48,50	39,00	33,00	32,00	33,00	24,00	22,00
Argilla (<0,002 mm) %	27,00	40,00	16,00	26,00	39,00	20,00	24,00	25,50	11,00
Reazione pH	7,35	7,88	8,30	7,30	7,90	8,25	7,10	7,65	8,25
Calcare totale %	0,43	1,88	29,82	0,58	3,34	62,41	0,43	2,47	68,21
Calcare attivo %	1,25	1,88	1,24	1,30	2,50	11,56	1,25	2,25	12,04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> totale ‰	1,25	0,84	0,75	1,10	0,83	0,78	0,98	0,78	0,70
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilabile p.p.m.	38,00	27,00	–	36,00	28,00	–	41,00	25,00	–
K <sub>2</sub> O assimilabile (mg/100 g)	6,00	3,50	1,95	5,50	3,35	2,00	4,85	3,45	2,15
N <sub>2</sub> Kjeldahl ‰	2,00	1,20	0,30	1,90	1,10	0,20	2,10	1,10	0,30
Carbonio organico (C) %	1,62	0,51	–	1,60	0,55	–	2,03	0,50	–
Sostanza organica (C × 1,724) %	2,79	0,88	–	2,76	0,95	–	3,45	0,86	–
C/N	8,10	4,25	–	8,42	5,00	–	9,67	4,55	–

70 aperte con spuntone di 8 cm di diametro.

Spaziatura: 6 × 5 m

Data di impianto: marzo 1971.

Disegno sperimentale: parcella suddivisa (distribuzione del letame nei parcelloni e dei concimi minerali nelle parcelle) con 5 repliche.

Unità sperimentale: parcella di m<sup>2</sup> 900 comprendente 30 piante (6 file di 5 piante) di cui 12 utili per i rilevamenti.

Fattori studiati: concimazione organica (letame a due livelli: con e senza), e concimazione minerale (azoto, fosforo e potassio ciascuno a due livelli: con e senza) in combinazione fattoriale: 2<sup>4</sup>.

Modalità di distribuzione dei concimi: i concimi fosfatici e potassici sono stati sparsi su tutta la superficie della parcella ed interrati in occasione dell'aratura pre-impianto alla prima somministrazione (sett. 1970) e con discatura alla

seconda (sett. 1975).

L'urea è stata localizzata intorno al piede dell'albero in un raggio di m 1,50 nei primi due anni ed è stata sparsa su tutta la superficie della parcella in quelli successivi. L'interramento è stato fatto mediante discatura. Le stesse modalità sono state seguite per l'unica applicazione di nitrato ammonico.

Cure colturali: 2 o 3 discature annuali e trattamenti antiparassitari contro insetti xilofagi e *Marsso-nina*.

#### Date di distribuzione, tipi di concimi e dosi applicate (kg/albero):

	Urea 46%	Nitrato ammonico 26-28%	Perfosfato minerale 19-21%	Superfosfato triplo 46-48%	Solfato potassico 50-52%
9-9-1970	–	–	5,000	–	3,330
12-5-1971	0,833	–	–	–	–
6-6-1972	0,833	–	–	–	–
23-5-1973	0,833	–	–	–	–
15-5-1974	0,833	–	–	–	–
5-6-1975	1,667	–	–	–	–
2-9-1975	–	–	–	1,667	1,667
26-4-1977	1,667	–	–	–	–
22-5-1979	–	1,667	–	–	–

Il letame è stato distribuito alla dose di 500 q/ha ed è stato interrato in occasione dell'aratura pre-impianto

#### RISULTATI

All'abbattimento, le piante concimate con letame hanno presentato un'area basimetrica superiore di circa il 4% a quelle non letamate, ma le differenze non sono risultate statisticamente significative.

Il motivo della mancata efficacia del letame sull'accrescimento va senz'altro ricercato nel fatto che il contenuto in sostanza organica del terreno nei primi 50 cm presentava valori abbastanza buoni e che la letamazione, anche se in dose ab-

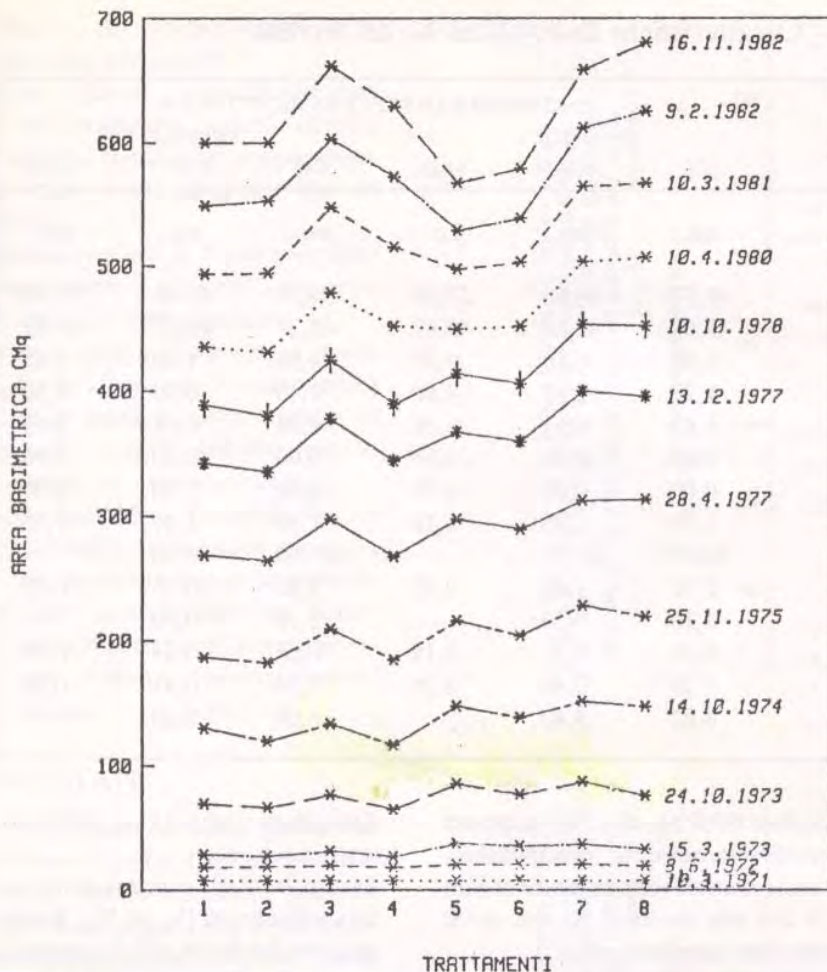


Fig. 2 - Palazzolo dello Stella (UD).

Influenza della concimazione sull'accrescimento del fusto in area basimetrica (cm<sup>2</sup>) a m 1,30 dal suolo.

1 = N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> (testimone non concimato); 2 = N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>1</sub>; 3 = N<sub>0</sub>P<sub>1</sub>K<sub>0</sub>; 4 = N<sub>0</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>; 5 = N<sub>1</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>; 6 = N<sub>1</sub>P<sub>0</sub>K<sub>1</sub>; 7 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>0</sub>; 8 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>

bondante, è stata fatta una sola volta all'inizio di un turno di ben 12 anni per cui il suo contributo all'incremento del tenore in humus non è stato di entità tale da provocare una netta risposta da parte del pioppo.

Statisticamente significativo è stato invece l'effetto della concimazione minerale sull'accrescimento del fusto a m 1,30 dal suolo.

L'efficacia dell'azoto è emersa sin dall'inizio del primo anno presentando le piante concimate, rispetto a quelle del testimone non azotato, un incremento di circa l'8% nel giugno 1972 e addirittura

del 20% alla fine dello stesso anno. Le differenze in area basimetrica si mantengono intorno al 14% nei due anni successivi, scendono al 12% nel 1975, calano progressivamente riducendosi al di sotto del limite di significatività ( $P = 0,05$ ) alla fine del 1980 e annullandosi completamente nel biennio successivo (Fig. 2). È probabile che in questo periodo la pianta, avendo ormai colonizzato un maggior volume di terreno, possa aver beneficiato dell'azoto derivante dalla mineralizzazione della sostanza organica, presente in buona quantità anche nelle parcelle del testimone.

L'efficacia del fosforo si manifesta in maniera nettamente significativa alla fine del biennio successivo alla seconda applicazione (2/9/1975), con un incremento di oltre il 7% dell'area basimetrica alla fine del 1977 e di oltre il 10% alla fine del 1982.

Il mancato effetto della prima applicazione potrebbe essere attribuito, almeno in parte, al noto fenomeno della fissazione del fosforo da parte del terreno, risultato alle analisi (Tab. 1) assai povero di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sia totale sia assimilabile. La dose somministrata, pari a 16,50 q/ha, ha certamente svolto la funzione di arricchimento di tutto il profilo interessato dall'aratura di scasso elevando il contenuto in P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> totale del terreno senza probabilmente influire sulla quota disponibile, almeno nello strato più superficiale, in misura tale da provocare una risposta favorevole del pioppo alla concimazione fosfatica. L'ipotesi non appare infondata, soprattutto se si considera che la presenza del pancone calcareo ha creato difficoltà di drenaggio con conseguenze sullo sviluppo dell'apparato radicale che ha interessato lo strato più superficiale, in particolare nei primi anni del turno. In questa situazione le piante hanno tratto vantaggio dalla concimazione azotata distribuita in copertura e dalla seconda applicazione fosfatica, somministrata in superficie.

Complessivamente ininfluente è risultata la concimazione potassica nella seconda metà del ciclo, nonostante l'effetto leggermente depressivo a essa attribuibile nel primo quinquennio (Fig. 2).

Come risulta dalla produzione la stazione è da considerarsi di scarsa fertilità e tra i fattori limitanti bisogna ricordare soprattutto la difficoltà di drenaggio. Un intervento migliorativo in tal senso probabilmente avrebbe consentito anche una maggiore efficacia della concimazione.

## Mortara (PV) - Caratteristiche fisico-chimiche del terreno

CARATTERISTICHE	PROFONDITÀ DI PRELEVAMENTO IN CM					
	PROFILO 1			PROFILO 2		
	0-30	31-60	61-85	0-40	41-80	81-120
Scheletro (0>2 mm) % .....	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Granulometria						
Sabbia grossa (2-0,2 mm) % .....	45,57	48,80	57,88	54,33	49,45	51,33
Sabbia fine (0,2-0,02 mm) % .....	47,09	42,65	40,47	40,27	48,55	45,92
Limo (0,02-0,002 mm) % .....	5,60	6,10	0,85	4,00	1,40	1,85
Argilla (<0,002 mm) % .....	1,75	2,45	0,80	1,40	0,60	0,90
Reazione pH .....	6,63	6,57	6,66	6,57	6,64	6,63
Calcare totale % .....	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calcare attivo % .....	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> totale ‰ .....	1,76	1,36	1,10	1,49	1,49	1,05
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilabile p.p.m. ....	80,00	40,00	-	100,00	30,00	-
K <sub>2</sub> O assimilabile (mg/100 g) .....	2,70	1,82	0,67	3,45	0,55	0,35
N <sub>2</sub> Kjeldahl ‰ .....	1,10	0,50	-	1,10	0,30	-
Carbonio organico (C) % .....	0,75	0,27	0,15	0,66	0,24	0,15
Sostanza organica (C × 1,724) % .....	1,29	0,46	0,26	1,14	0,41	0,26
C/N .....	6,82	5,40	-	6,00	8,00	-

### Prova n. 2 - Concimazione con due livelli (0 e 1) di azoto, di fosforo e di potassio.

*Località:* Mortara (PV)

*Terreno:* sabbioso, a reazione subacida, ben dotato di fosforo totale e assimilabile e di potassio assimilabile, ma relativamente povero di azoto e di sostanza organica (Tab. 2).

*Clima:* sulla base dei dati rilevati a Pavia dal 1926 al 1955 la temperatura media annua ha oscillato intorno a 12,7°C e quella del semestre giugno-settembre è risultata di 19,5°C. Il mese più freddo è risultato gennaio con 0,6°C (max di 3,7°C, min di -2,6°C) e quello più caldo luglio con 23,6°C (max 30,5°C e min 16,6°C).

Il regime pluviometrico nel periodo dal 1921 al 1970 ha presentato due minimi e due massimi con il massimo autunnale più elevato di quello primaverile (novembre mm 98 contro 78 mm di maggio) ed il minimo invernale più contratto di quello estivo (gennaio mm 55 e febbraio mm 52 contro mm 57 di

luglio e 60 di agosto). Nel semestre aprile-settembre le precipitazioni medie mensili sono risultate di mm 79 con una media di 60 mm per il trimestre giugno-agosto.

*Coltura precedente:* pioppeto

*Preparazione del terreno per l'impianto:* scasso di cm 60-70 di profondità.

*Data di impianto:* febbraio 1975

*Clone:* *Populus x euramericana* (Dode) Guinier, 'I-214'

*Tipo di materiale di impianto:* pioppelle di due anni di vivaio con circonferenza di 17 cm di diametro a m 1 dal suolo

*Metodo di impianto:* messa a dimora delle pioppelle con parte radicale in buche profonde 90 cm e con Ø di cm 50

*Spaziatura:* m 6,25 × 5,35, con sesto a settonce

Fattori studiati: concimazione azotata a due livelli (N<sub>0</sub> ed N<sub>1</sub>), fosfatica a due livelli (P<sub>0</sub> e P<sub>1</sub>) e potassica a due livelli (K<sub>0</sub> e K<sub>1</sub>) nelle 8 possibili combinazioni

*Disegno sperimentale:* blocchi randomizzati con 4 replicazioni

*Unità sperimentale:* parcella di 1000 m<sup>2</sup> contenente 30 piante di cui le 12 interne utili per i rilevamenti

*Modalità di distribuzione dei concimi:* nei primi due anni l'urea è stata localizzata al piede dell'albero in un raggio di m 2 e in quelli successivi è stata sparsa su tutta la superficie. I concimi fosfatici e quello potassico sono stati distribuiti su tutta la superficie. L'inter-

### Date di distribuzione, tipi di concimi e dosi applicate (kg/albero):

	Urea 46%	Phospal 32%	Perfosfato minerale 19-21%	Cloruro potassico 60-62%
27-2-1975	-	2,083	-	1,667
13-5-1975	0,833	-	-	-
1-4-1976	0,833	-	-	-
10-5-1977	1,667	-	-	-
9-5-1978	1,667	-	3,333	1,667



ramento dei concimi è stato effettuato con discatura.

**Cure colturali:** frequenti discature e tre irrigazioni annuali durante l'estate e trattamenti antiparassitari contro insetti xilofagi e *Marssonina*.

**Analisi fogliare:** le foglie sono state campionate il 28.7.1975 seguendo le modalità sottoindicate:

- sono state scelte a caso 6 piante tra le 12 interne di ogni parcella dalle quali è stato tagliato un ramo, il 6°-7° dall'alto, mediamente tra i più vigorosi;
- da ogni ramo, partendo dall'11° dall'apice, sono state prelevate una decina di foglie che avevano finito di accrescersi per distensione e che quindi potevano essere ritenute fisiologicamente mature.

Fig. 3 - Modera (PV)  
Influenza della concimazione sull'accrescimento del fusto in un'area basimetrica (cm) a m 1,30 dal suolo  
1 = N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>0</sub> (testimone non concimato); 2 = N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>; 3 = N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>; 4 = N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>3</sub>; 5 = N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>4</sub>; 6 = N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>5</sub>; 7 = N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>6</sub>; 8 = N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>7</sub>

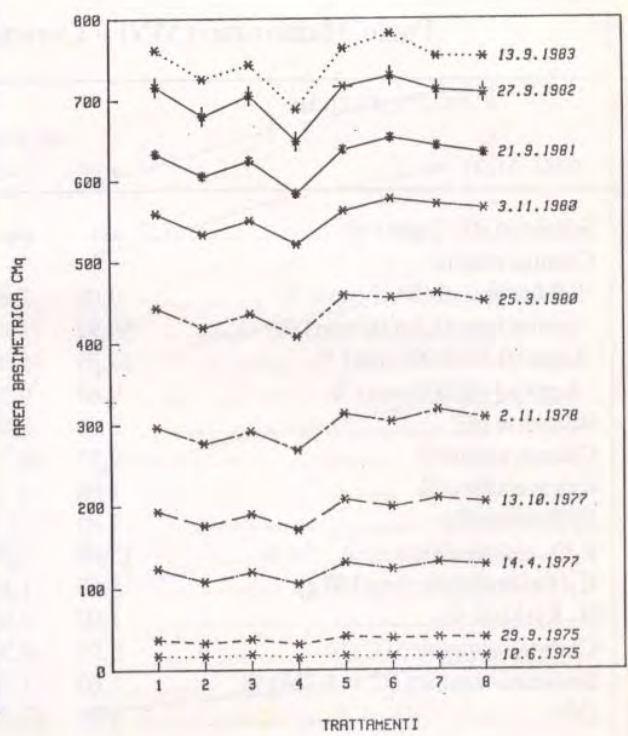


Fig. 3

**RISULTATI**

Dall'analisi statistica risulta che le piante hanno risposto positivamente alla concimazione azotata, non hanno reagito alla concimazione fosfatica mentre hanno subito un leggero effetto depressivo dalla concimazione potassica nella prima parte del turno (Fig. 3).

Se si considerano gli incrementi correnti in area basimetrica si nota che l'efficacia della somministrazione azotata è limitata al primo triennio, ma che i vantaggi conseguiti in quel periodo persistono anche negli anni successivi.

Anche il minor accrescimento delle piante che hanno ricevuto il cloruro potassico, rispetto a quelle che non l'hanno avuto, è limitato ai primi anni. Tale minor accrescimento va però in parte attribuito alle minori dimensioni iniziali delle piante, anche se le differenze non erano significative. Per una più corretta valutazione dell'effetto depressivo del potassio sarebbe necessario ricorrere all'analisi della covarianza ma data la modesta entità delle differenze sul piano pratico si rinuncia, in questa sede,

Fig. 4 - Modera (PV)  
Influenza della concimazione sul contenuto in azoto ed in fosforo delle foglie di gruppo del clone '1-214'  
1 = N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>0</sub> (testimone non concimato); 2 = N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>1</sub>; 3 = N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>; 4 = N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>3</sub>; 5 = N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>4</sub>; 6 = N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>5</sub>; 7 = N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>6</sub>; 8 = N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>7</sub>

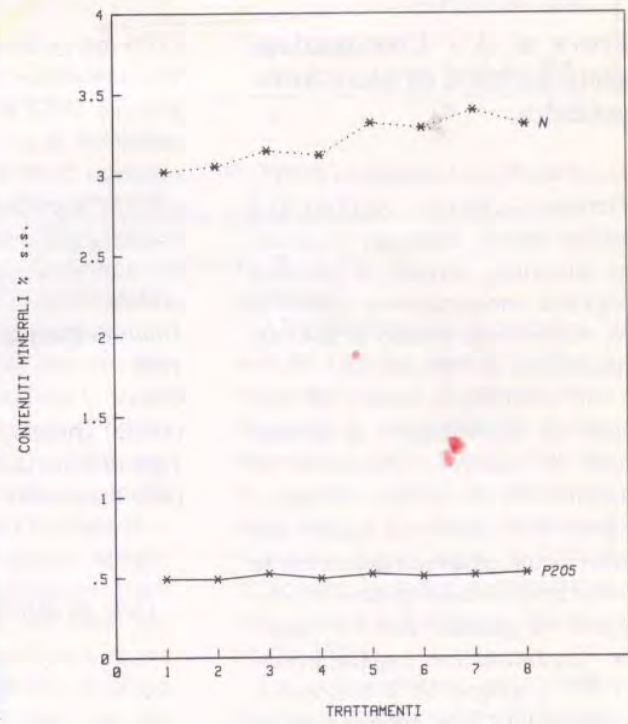


Fig. 4

a tale esame.

L'inefficacia del fosforo va correlata al buon livello di P<sub>05</sub> assimilabile presente nel terreno, oscillando nei primi 30-40 cm dalle 80 alle 100 p.p.m.

Dall'analisi fogliare (Fig. 4) ri-

sulta che mentre la concimazione azotata ha esercitato una influenza positiva sul contenuto in azoto delle foglie e su quello in acqua, la concimazione fosfatica non ha avuto alcun effetto sulla concentrazione in P<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e sul tenore idrico.

## Porto Mantovano (MN) – Caratteristiche fisico-chimiche del terreno

CARATTERISTICHE	PROFONDITÀ DI PRELEVAMENTO IN CM								
	PROFILO 1			PROFILO 2			PROFILO 3		
	0-15	16-45	46-80	0-15	16-45	46-80	0-15	16-45	46-80
Scheletro (0>2 mm) %	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
<b>Granulometria</b>									
Sabbia grossa (2-0,2 mm) %	3,06	2,89	7,97	2,42	2,20	0,97	2,36	2,39	1,45
Sabbia fine (0,2-0,02 mm) %	69,92	71,82	64,06	57,45	57,82	49,22	60,66	56,36	76,35
Limo (0,02-0,002 mm) %	17,39	15,90	15,35	25,06	23,76	27,05	22,66	21,01	13,26
Argilla (<0,002 mm) %	9,63	9,38	12,59	15,07	16,21	22,76	14,32	20,24	8,92
Reazione pH	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Calcare totale %	9,37	34,71	46,83	3,14	23,23	35,28	21,05	22,79	42,48
Calcare attivo %	1,00	6,13	10,00	0,82	5,70	8,12	3,12	5,12	9,13
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> totale ‰	1,45	–	–	1,50	–	–	1,40	–	–
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilabile p.p.m.	15,00	8,00	–	25,00	10,00	–	14,00	7,00	–
K <sub>2</sub> O assimilabile (mg/100 g)	1,50	1,12	–	1,55	1,13	–	1,45	1,00	–
N <sub>2</sub> Kjeldahl ‰	1,00	0,82	–	1,10	0,87	–	0,80	0,71	–
Carbonio organico (C) %	0,93	0,99	0,13	1,01	0,79	0,45	0,85	0,75	0,32
Sostanza organica (C × 1,724) %	1,60	1,70	0,23	1,74	1,36	0,78	1,47	1,29	0,55
C/N	9,30	12,07	–	9,18	9,08	–	10,63	10,56	–

### Prova n. 3 - Concimazione azoto-fosfatica ed azoto-fosfo-potassica.

**Località:** Porto Mantovano (MN)  
**Terreno:** — 1° strato A<sub>p</sub> (Tab. 3) è sabbio-limoso, calcareo, a reazione subcalina, povero di sostanza organica, modestamente dotato di N, mediamente fornito di K<sub>2</sub>O assimilabile e di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> totale;  
 — in profondità, oltre i 45 cm, aumenta notevolmente la percentuale di calcare e diminuisce la disponibilità di elementi nutritivi.  
**Clima:** dall'esame del regime termico medio ed annuo risulta che le temperature medie minime si verificano in gennaio (2,5°C), salgono gradatamente raggiungendo 21,7°C a giugno ed il massimo a luglio (23,9°C), si mantengono su valori analoghi ad agosto (23,6°C), scendono di qualche grado a settembre (19,4°C) e diminuiscono nei mesi successivi fino a toccare a dicembre valori (3°C) poco diversi da quelli di gennaio. Il regime pluviometrico risulta caratterizzato da un minimo in aprile

(37,6 mm) e da due massimi di cui uno ad ottobre (92,2 mm) ed uno a gennaio (89,4 mm). Da maggio a settembre le precipitazioni mensili oscillano da 60 a 75 mm, risultando sempre superiori al doppio della temperatura media dell'aria per cui non si verificano condizioni di aridità.

**Data dell'impianto:** 20-22 marzo 1969

**Clone:** *Populus × euramericana* (Dode) Guinier, 'I-214'

**Tipo di materiale d'impianto:** pioppelle da vivaio di due anni.

**Spaziatura:** m 6 × 5

**Data di inizio della prova:** primavera 1970

**Tesi a confronto:**

- 1) testimone non concimato
- 2) concimazione azoto-fosfatica (NP)
- 3) concimazione azoto-fosfo-potassica (NPK)

**Disegno sperimentale:** blocchi randomizzati con 6 replicazioni

**Unità sperimentale:** parcella di m<sup>2</sup> 1.260 contenente n. 42 piante di cui le 20 interne utili per i rilevamenti.

#### Date di distribuzione, tipi di concimi e dosi applicate (kg/albero):

	Nitrato ammonico 20-21%	Solfato ammonico 26-27%	Perfosfato minerale 19-21%	Cloruro potassico 60-62%	Solfato potassico 50-52%
22-4-1970	–	2,400	3,000	1,800	–
9-5-1972	–	2,400	3,000	1,800	–
27-5-1974	1,800	–	3,000	–	1,800

**Modalità di distribuzione:** il concime è sempre stato distribuito a spaglio, su tutta la superficie delle parcelle interessate, ed interrato

con aratura profonda circa cm 20 nel 1970 e con fresature nel 1972 e nel 1974.

**Cure colturali:** 2 o 3 discature al-

l'anno, trattamenti antiparassitari contro insetti xilofagi e *Marssonina* e soltanto qualche irrigazione di soccorso.

## RISULTATI

Dall'esame statistico dei dati relativi agli accrescimenti in area basimetrica si nota quanto segue:

A) rispetto al testimone, la concimazione è sempre risultata efficace con differenze altamente significative;

B) rispetto, all'apporto di NP, la concimazione con NPK ha avuto esito positivo con differenze tra le medie altamente significative nel 1970 e significative di tutte le altre annate (per il 1973 il valore di F è risultato di 4,948 contro 4,96 di quello tabulare).

L'esame statistico dei dati relativi all'incremento corrente in area basimetrica consente di dedurre quanto segue:

A) rispetto al testimone, la concimazione ha avuto esito altamente significativo nel 1970, significativo nel 1971, 1972, 1974 e 1975 e non significativo nel 1973 e nel 1976; essa cioè è risultata efficace sempre nell'anno di applicazione del fertilizzante e ha manifestato un effetto residuo l'anno dopo in occasione della prima e della terza somministrazione;

B) l'apporto di potassio, in aggiunta all'NP, ha ulteriormente esaltato la crescita delle piante soltanto nel 1970, in corrispondenza cioè della prima applicazione di concimi (Fig. 5).

L'analisi dei dati relativi agli incrementi fornisce informazioni più particolareggiate e che sarebbero sfuggite all'attenzione se ci si fosse limitati a elaborare i valori degli accrescimenti totali. Così, per esempio, è stato possibile appurare che, pur risultando le differenze tra gli accrescimenti totali delle piante concimate e di quelle testimone significative alla fine di ciascun anno considerato, in alcu-

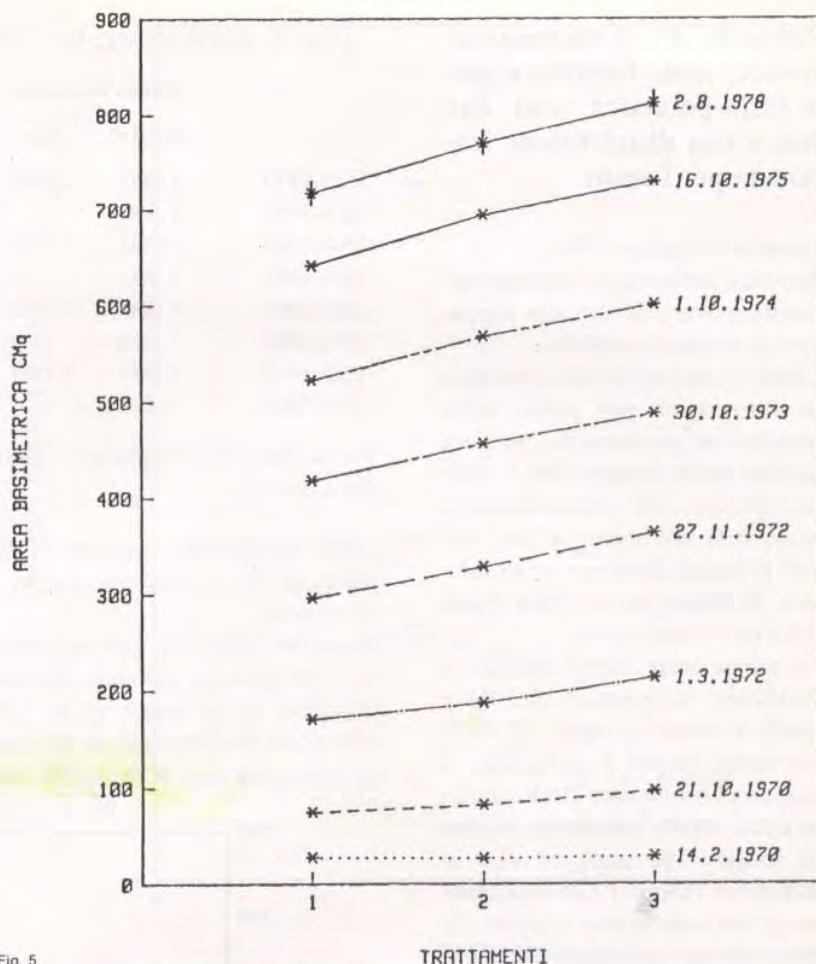


Fig. 5

Fig. 5 - Porto Mantovano (MN).  
Influenza della concimazione sull'accrescimento del fusto in area basimetrica (cm<sup>2</sup>) a m 1,30 dal suolo.  
1 = testimone non concimato, 2 = NP, 3 = NPK.

ne annate, e precisamente nel 1973 e nel 1976, in termini di incremento corrente l'effetto dovuto alla concimazione è risultato troppo modesto per raggiungere il livello di significatività del 5%. Così, ancora, la maggior efficacia della concimazione con NPK, rispetto a quella con NP, è risultata sempre significativa alla elaborazione degli accrescimenti totali, in base agli incrementi essa viene confermata soltanto per il 1970. Ciò si spiega anche con il fatto che, sin dal momento in cui è iniziata la prova, tra le piante delle tesi NP ed NPK esistevano, seppure non significative, delle differenze che, con l'elaborazione degli accrescimenti totali, non sono state scerverate da quelle realmente provocate dai fertilizzanti ma, al contrario, a essi

attribuite.

All'abbattimento, il diametro a m 1,30, l'altezza (dendrometrica e cormometrica) e il volume (dendrometrico, cormometrico e blastometrico) delle piante concimate, rispetto a quelli del testimone, sono risultati più elevati in maniera altamente significativa. In termini di volume la maggior produzione delle piante concimate è dell'ordine del 15%.

La concimazione azoto-fosfopotassica, rispetto alla concimazione azoto-fosfatica, mentre ha esaltato l'accrescimento in altezza delle piante (circa mezzo metro) non ha sortito significativi effetti positivi sul diametro o sul volume.

Il potassio, in aggiunta all'azoto e al fosforo, è risultato quindi di scarso interesse pratico.

**Prova n. 4 - Concimazione azotata, azoto-fosfatica e azoto-fosfo-potassica, con due dosi e con distribuzione frazionata per l'azoto.**

*Località:* Cernago (PV).

*Terreno:* sabbioso, a reazione subacida, povero di sostanza organica e di elementi nutritivi.

*Clima:* in assenza di una capannina meteorologica nei pressi della piantagione sperimentale, per dare un'idea delle temperature e delle precipitazioni che caratterizzano la zona, si fa riferimento ai dati rilevati presso la Stazione meteorologica di Pavia che in linea d'aria dista una ventina di km.

Le temperature medie minime si verificano in gennaio (0,5°C) e quelle massime a luglio (23,5°C). La media annua è di 12,6°C. Il regime pluviometrico risulta caratterizzato da due massimi di cui uno in maggio (82 mm) ed uno in novembre (88 mm) e da due minimi di cui uno estivo a luglio (51 mm) ed uno a febbraio (48 mm). Le precipitazioni medie annue sono di mm 784.

*Data dell'impianto:* primavera 1979.

*Clone:* *Populus* × *euroamericana* (Dode) Guinier, «BL Costanzo»  
*Tipo di materiale d'impianto:* pioppelle da vivaio di due anni.

*Spaziatura:* m 6 × 5.

*Data di inizio della prova:* primavera 1979

*Tesi a confronto:*

- 1) Testimone non concimato
  - 2) Concimazione azotata (N<sub>1</sub>)
  - 3) Concimazione azoto-fosfatica (N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>)
  - 4) Concimazione azoto-fosfo-potassica (N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>)
  - 5) Concimazione azoto-fosfo-potassica (N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>)
  - 6) Concimazione azoto-fosfo-potassica con distribuzione azotata frazionata in due tempi (N<sub>1+1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>).
- Schema sperimentale:* blocchi randomizzati con 4 replicazioni.

*Date di distribuzione, tipi di concimi e dosi applicate (kg/albero):*

	Nitrato ammonico 26-27%		Perfosfato minerale 19-21%	Superfosfato triplo 46-48%	Solfo potassico 50-52%
	dose 1+1	dose 2			
10-5-1979	1,000	2,000	1,000	—	0,500
18-6-1979	1,000	—	—	—	—
15-4-1980	1,000	2,000	—	1,000	0,500
18-6-1980	1,000	—	—	—	—
12-5-1981	1,500	3,000	—	1,000	0,750
9-6-1981	1,500	—	—	—	—
11-5-1982	1,500	3,000	—	1,000	0,750
25-6-1982	1,500	—	—	—	—

Per la dose 1 di N valgono i valori indicati per la prima data di ogni anno della dose 1+1

*Unità sperimentale:* parcella di 25 piante di cui le 9 centrali utili per i rilevamenti.

*Modalità di distribuzione dei concimi:* spargimento manuale intorno all'albero in un raggio di m 1,50 alla prima distribuzione, di m 2 alla seconda e su tutta la superficie alla

terza e alla quarta.

*Analisi fogliare:* il 25-7-1980, da 7 delle 9 piante interne di ogni parcella, scelte a caso, è stato tagliato un ramo inserito nel verticillo dell'anno precedente. Le foglie sono state scelte tra quelle sane e fisiologicamente mature inserite nella

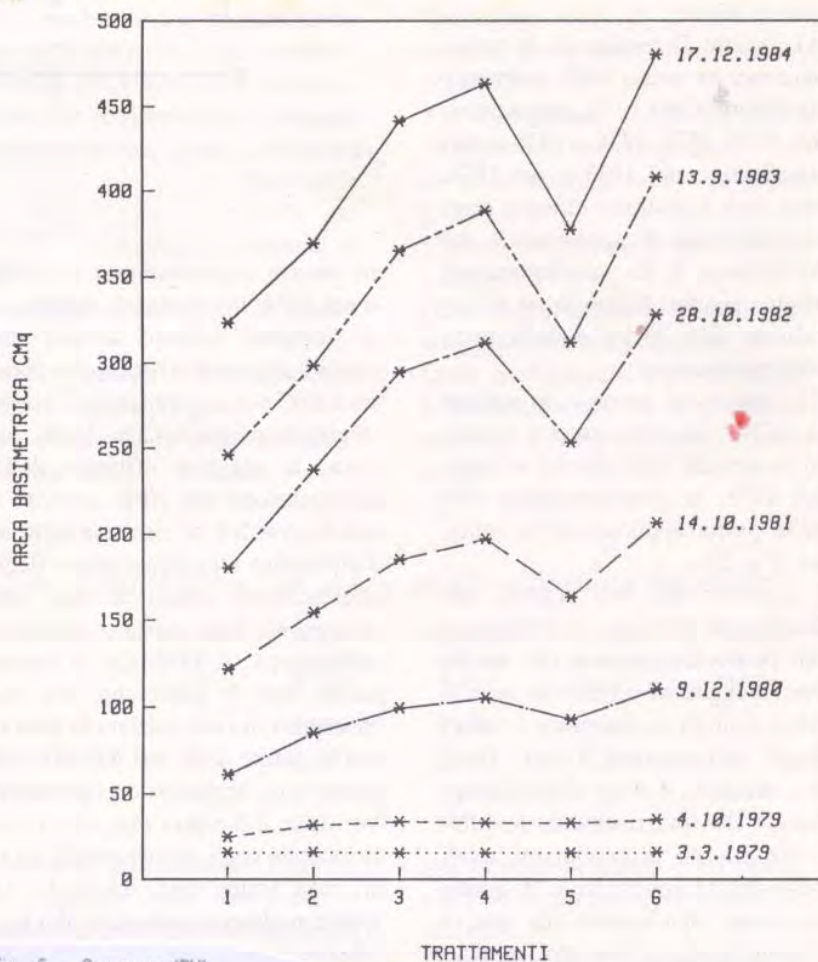


Fig. 6 - Cernago (PV).

Influenza della concimazione sull'accrescimento del fusto in area basimetrica (cm<sup>2</sup>) a m 1,30 dal suolo, del clone 'BL Costanzo'.

1 = testimone non concimato; 2 = N<sub>1</sub>; 3 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>; 4 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>; 5 = N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>; 6 = N<sub>1+1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>.

porzione mediana del germoglio dell'anno.

## RISULTATI

Come risulta dai dati rappresentati graficamente nella Fig. 6, la concimazione minerale ha esercitato un'azione favorevole sull'accrescimento degli alberi.

La concimazione azotata, rispetto al testimone non concimato, ha determinato un incremento in area basimetrica che è risultato dell'ordine del 28% alla fine del 1979, di circa il 40% nel 1980, del 27% nel 1983 e del 14% nel 1984.

Rispetto alla concimazione azotata ( $N_1$ ), l'aggiunta di fosforo ( $N_1P_1$ ) ha determinato un incremento in area basimetrica che è risultato dell'ordine del 6,4% nel 1979, del 16,7% nel 1980, del 20% nel 1981, del 24% circa nel 1982, del 22% nel 1983 e del 19,5% nel 1984.

Rispetto alla concimazione azoto-fosfatica ( $N_1P_1$ ), l'aggiunta di potassio ( $N_1P_1K_1$ ) ha determinato mediamente un incremento del 5-6% a partire dalla fine del secondo anno, le differenze però non sono statisticamente significative.

La formulazione con dose doppia di azoto ( $N_2P_1K_1$ ), rispetto a quella con dose singola ( $N_1P_1K_1$ ), ha avuto un notevole effetto depressivo sull'accrescimento che si è andato accumulando negli anni. Viceversa il frazionamento della dose doppia in due quote ( $N_{1+1}P_1K_1$ ) non ha provocato effetti depressivi ma nemmeno ulteriori incrementi rispetto alla concimazione azoto-fosfo-potassica con la dose 1 di azoto ( $N_1P_1K_1$ ).

Questo dato è molto importante e mette in guardia dall'impiegare dosi eccessive di azoto, per le possibili conseguenze negative, specialmente nei terreni che difettano di fosforo.

La concimazione ha influito sui contenuti minerali delle foglie pre-

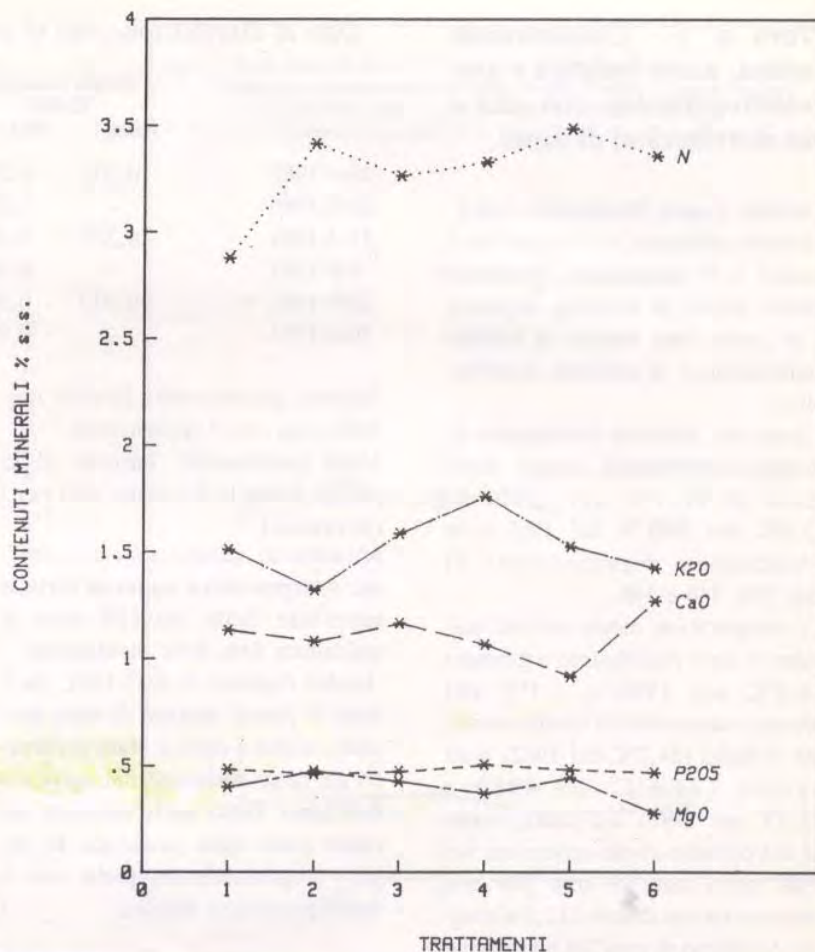


Fig. 7 - Cernago (PV).

Influenza della concimazione sul contenuto in azoto, fosforo, potassio, calcio e magnesio delle foglie di pioppo del clone BL Costanzo.

1 = testimone non concimato; 2 =  $N_1$ ; 3 =  $N_1P_1$ ; 4 =  $N_1P_1K_1$ ; 5 =  $N_2P_1K_1$ ; 6 =  $N_{(1+1)}P_1K_1$ .

levate il 25-7-1980 (Fig. 7).

Le piante che hanno ricevuto la concimazione azotata, in tutte le formulazioni, hanno mostrato tenori in azoto più elevati di quelle del testimone non concimato. La dose doppia di azoto, rispetto alle dosi singole, non ha esercitato alcuna azione.

La concimazione fosfatica non ha influito sui tenori in  $P_2O_5$  delle foglie.

Anche la concimazione potassica è stata ininfluenza sul contenuto in  $K_2O$  delle foglie ma, mediamente, ha provocato un abbassamento significativo del contenuto in magnesio.

## Prova n. 5 - Concimazione azotata, azoto-fosfatica e azoto-fosfo-potassica, con una e due distribuzioni di azoto.

**Località:** Casale Monferrato (AL)  
**Terreno:** sabbioso, a reazione tra il neutro e il subalcalino, modestamente dotato di sostanza organica e di azoto, ben fornito di fosforo assimilabile e di potassio scambiabile.

**Clima:** nel triennio considerato le temperature medie annue sono state di 11,4°C nel 1980, di 12,8°C nel 1981 e nel 1982 e le precipitazioni rispettivamente di mm 724, 746 e 748.

Le temperature medie mensili minime si sono manifestate a gennaio (0,3°C nel 1980 e 1,1°C nel biennio successivo) e quelle massime a luglio (24,7°C nel 1982) o ad agosto (22,5°C nel 1980 e 23,3°C nel 1981). Le precipitazioni del periodo aprile-settembre nel 1980 sono state di mm 308 con punte massime di mm 112,8 a maggio e minime di mm 3,6 ad aprile e 7,6 a settembre; nel 1981 di mm 481,6 con punte massime di mm 104,6 a luglio e 99 a maggio e minime di mm 47,4 a giugno; nel 1982 di mm 308,8 con punte max di mm 122,8 ad agosto e min di mm 5,2 a giugno.

**Data dell'impianto:** 18-2-1980

**Clone:** *Populus* × *euramericana* (Dode) Guinier, 'BL Costanzo'

**Tipo di materiale d'impianto:** pioppelle da vivaio di un anno

**Spaziatura:** m 1,60 × 1,60

**Data di inizio della prova:** aprile 1980

**Tesi a confronto:**

- 1) Testimone non concimato
- 2) Concimazione azotata (N<sub>1</sub>)
- 3) Concimazione azoto-fosfatica (N<sub>1</sub>P)
- 4) Concimazione azoto-fosfo-potassica (N<sub>1</sub>PK)
- 5) Concimazione azoto-fosfo-potassica con doppia distribuzione di azoto (N<sub>1+1</sub>PK)

*Date di distribuzione, tipi di concimi e dosi applicate (kg/albero):*

	Nitrato ammonico 25-26%		Perfosfato minerale 19-21%	Superfosfato potassico 50-52
	dose 1	dose 1+1		
18-4-1980	0,200	0,200	0,260	0,100
26-6-1980	-	0,200	-	-
21-4-1981	0,200	0,200	0,260	0,100
4-6-1981	-	0,200	-	-
28-5-1982	0,200	0,200	0,260	0,100
30-6-1982	-	0,200	-	-

**Schema sperimentale:** blocchi randomizzati con 4 replicazioni

**Unità sperimentale:** parcelle di 25 piante di cui le 9 interne utili per i rilevamenti

**Modalità di distribuzione dei concimi:** spargimento a mano su tutta la superficie della parcella data la spaziatura fitta della piantagione

**Analisi fogliare:** il 27-7-1981, da 5 delle 9 piante interne di ogni parcella, scelte a caso, è stato prelevato un ramo turionale dal verticillo dell'anno. Dalla parte mediana del ramo sono state prelevate 10 foglie, scegliendole tra quelle sane e fisiologicamente mature.

triennio e i dati rilevati nel corso del periodo considerato sono riportati graficamente nella Fig. 8.

Il modesto accrescimento è dovuto alla spaziatura molto fitta (m 1,60 × 1,60).

Dall'analisi statistica balza evidente che le differenze tra le medie delle singole tesi non sono significative. La concimazione quindi non ha esercitato una significativa azione positiva sull'accrescimento.

Tuttavia dal grafico 8 appare evidente un leggero incremento dell'area basimetrica nelle piante concimate con azoto e, soprattutto, con l'aggiunta di fosforo alla concimazione azotata.

Come già rilevato in altre prove, l'aggiunta di potassio alla concimazione azoto-fosfatica e il fraziona-

## RISULTATI

La prova è stata condotta per un

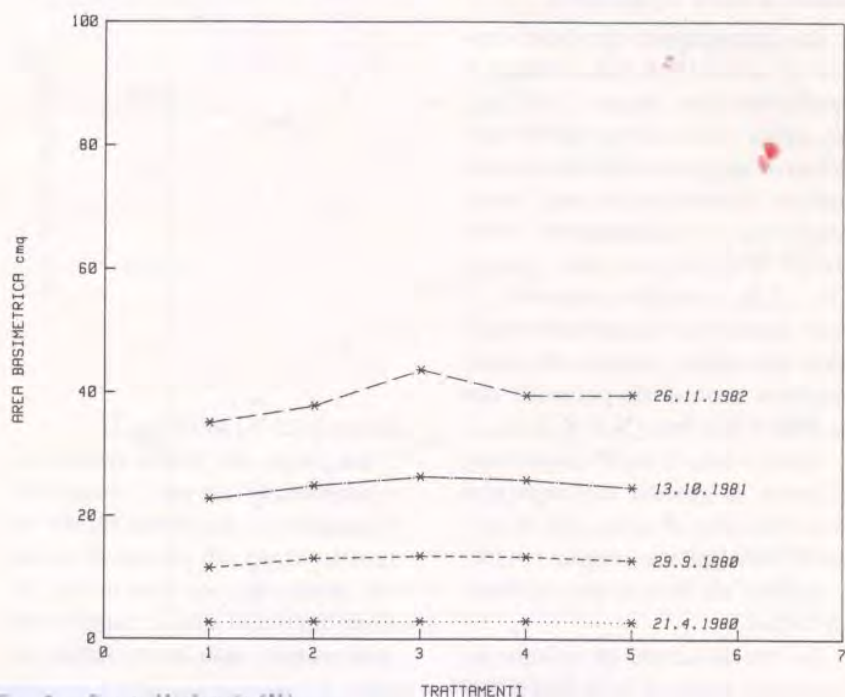


Fig. 8 - Casale Monferrato (AL).

Influenza della concimazione sull'accrescimento del fusto in area basimetrica (cm<sup>2</sup>) a m 1,30 dal suolo.

1 = testimone non concimato; 2 = N<sub>1</sub>; 3 = N<sub>1</sub>P; 4 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>; 5 = N<sub>(1+1)</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>.

mento della dose doppia di azoto ( $N_{1+1}$ ), sono risultate ininfluenti sull'accrescimento.

La concimazione ha invece influito sui contenuti minerali delle foglie, prelevate il 27-7-1981. Mediamente l'apporto di azoto ha influito sul suo tenore nelle foglie, quello di fosforo non ha esercitato effetti significativi e quello di potassio pur non avendo influito sul contenuto in  $K_2O$  delle foglie, ha determinato un abbassamento del contenuto in magnesio (Fig. 9).

### Considerazioni conclusive

Se si considera che nella Pianura Padana la coltivazione del pioppo è diffusa innanzitutto all'interno e in prossimità delle golene del Po e di altri importanti corsi d'acqua, si espande nei territori agricoli solcati da ampi canali come nella Lomellina, per localizzarsi anche in altre zone ex agrarie, come ad esempio nel Mantovano e in Friuli, spesso ricche di acqua, ci si rende conto che i terreni pioppicoli, pur essendo geologicamente affini, agronomicamente risultano piuttosto disformi.

Anche il clima, come appare dai dati rilevati in quasi tutte le stazioni interessate dalle prove (fig. 1), e precisamente a Vercelli, Casale, Cuneo, Pavia, Sarmato, Cremona, Gazzo Bigarello, Palazzolo dello Stella e Pega (Comacchio), pur presentando nell'insieme caratteristiche generali abbastanza uniformi in tutta la Padania presenta, procedendo da occidente a oriente per alcuni parametri termo-pluviometrici variazioni evidenti. Per esempio, a proposito della temperatura, si distingue nettamente da tutte le altre la stazione di Cuneo per la media annua e quella di luglio più bassa e quella di gennaio più alta; per le altre stazioni, da Vercelli al Delta, si nota un andamento tendenzialmente crescente

Fig. 9

per la media annua e per quella di gennaio.

Per quanto riguarda le precipitazioni nel periodo vegetativo si staccano nettamente da tutte le altre la stazione di Cuneo, nella parte occidentale della Padania, e quella di Palazzolo dello Stella, ma nella parte orientale, con valori più elevati.

Da Casale Monferrato a Comacchio i valori medi non variano di molto non solo nel periodo vegetativo ma nemmeno nei mesi più piovosi (maggio e novembre) o in quelli più asciutti (febbraio e luglio). Il totale annuo presenta invece una diminuzione dei valori per le stazioni di Mantova e di Cremona, conseguente ad un calo delle precipitazioni, marcato nel periodo ottobre-marzo.

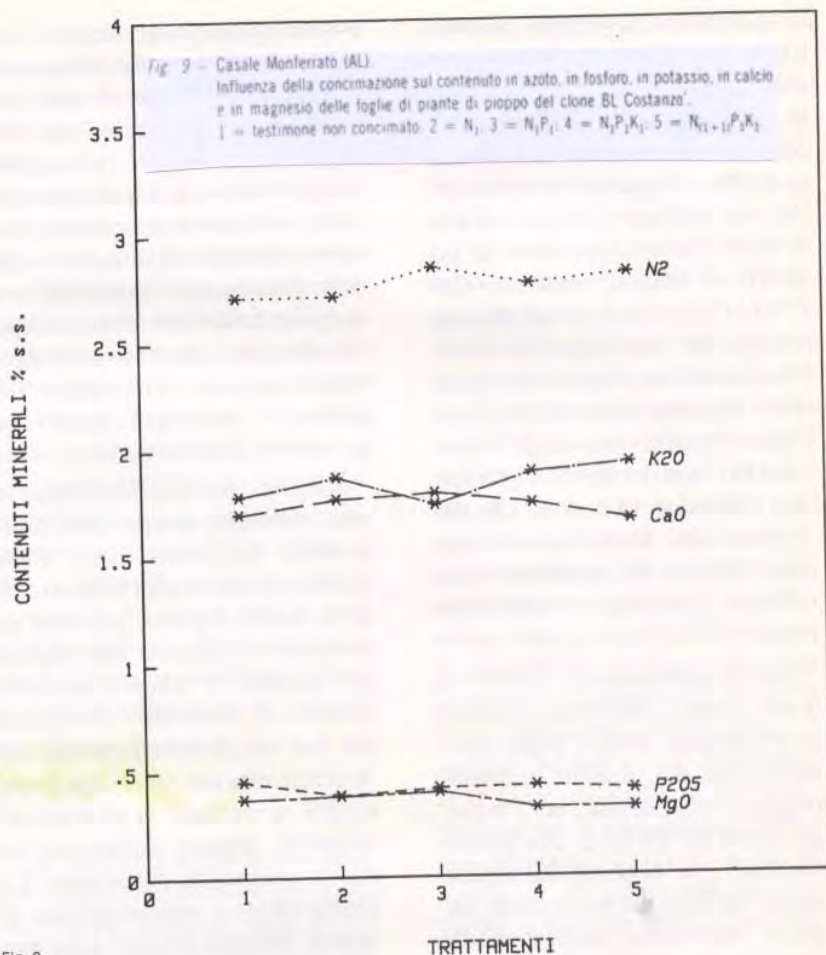
Date le variazioni climatiche e soprattutto pedologiche nell'area

considerata era logico aspettarsi che la risposta del pioppo alla concimazione variasse da una situazione all'altra. Era quindi di fondamentale importanza estendere le indagini sulla concimazione in vari ambienti nel tentativo di trarne delle informazioni di carattere generale.

I risultati, almeno in parte, hanno confermato le ipotesi prospettate.

Effettivamente la prima informazione che scaturisce dall'insieme delle esperienze, incluse quindi tutte quelle citate nell'introduzione ma non illustrate in questa relazione, è che la risposta del pioppo agli apporti di fertilizzanti varia con le caratteristiche ambientali da valori insignificanti a valori nettamente positivi statisticamente probanti.

Ad esempio, le prove condotte



in Lomellina su terreni sabbiosi con buone disponibilità idriche e con reazione subacida hanno messo in evidenza sia l'effetto positivo delle concimazioni azotate e ancora migliore di quelle azoto-fosfatice, che l'effetto depressivo di dosi di azoto risultate eccessive (3 kg/albero di nitrato ammonico 26-27%). Che si tratti di effetto depressivo per dosi troppo elevate lo dimostra il fatto che è stato sufficiente frazionarle in due tempi per evitare l'inconveniente. Il frazionamento non ha però migliorato significativamente rispetto alla dose dimezzata. Molto modesto appare l'effetto del potassio, come del resto è risultato in molte altre prove.

Queste informazioni, anche se molto chiare, non sono risultate generalizzabili. Infatti, prove più o meno analoghe, ripetute in diversi pioppeti nel Casalese, nel Pavese, nel Delta del Po ed in altri terreni sabbiosi, con disponibilità idriche molto variabili nel corso della stagione vegetativa, modestamente calcarei e con reazione tra il neutro e il subalcalino, abbastanza profondi ma ritenuti poveri di sostanza organica e di elementi nutritivi, hanno dato risultati nulli o molto modesti sull'accrescimento.

Le differenze ambientali più evidenti che possono essere colte tra le zone che hanno dato risposte diverse alla concimazione riguardano essenzialmente il terreno e interessano in particolare oltre che la reazione e altre caratteristiche già citate, la disponibilità idrica. Viceversa, come detto in precedenza, a livello del clima nell'insieme non sono state registrate variazioni molto elevate, soprattutto per quanto riguarda l'entità e la distribuzione delle piogge. Cionondimeno, le inevitabili variazioni annuali, anche in una stessa stagione, possono interagire nella risposta del pioppo alla concimazione. Ripetute osservazioni

avrebbero tra l'altro messo in evidenza una netta azione della concimazione azotata (ad esempio, colorazione verde più intensa delle foglie) in certe annate (ad es. 1980) con condizioni di buone precipitazioni, associate a temperature non eccessivamente elevate, tra la fine della primavera e l'inizio dell'estate anche in stazioni, come a Casale Monferrato, dove complessivamente non sono stati registrati significativi incrementi legnosi per gli apporti di fertilizzanti.

Risposte positive sono state invece ottenute, sempre con concimazioni azoto-fosfatice, anche nel Mantovano e nel Friuli in terreni di medio impasto, piuttosto superficiali in relazione alle esigenze del pioppo, e adagiati su strati calcarei di accumulo. È evidente che nell'interpretare i risultati della fertilizzazione, oltre alle disponibilità percentuali di elementi assimilabili, bisogna considerare anche la profondità del terreno e il profilo idrico e nutrizionale per gli stimoli che essi possono esercitare sullo sviluppo della massa radicale assorbente e per l'entità delle riserve.

Un dato molto importante che scaturisce dalla generalità delle prove fino ad ora effettuate è che la risposta positiva all'apporto di fertilizzanti viene sempre da piante molto giovani. La concimazione di produzione dovrebbe, quindi, cominciare sin dal primo anno e limitarsi al primo quadriennio o al massimo nella prima metà del ciclo, mentre apparirebbe assolutamente sconsigliabile nella seconda metà del turno.

Questo dato mette in evidenza che la somministrazione del concime non deve essere necessariamente adeguata alla produzione legnosa annua degli alberi. L'incremento corrente legnoso in volume è molto più elevato nei pioppeti di media età e adulti che in quelli giovanissimi o giovani, che invece

mostrano maggiore sensibilità alla concimazione. Non sembra, quindi, che l'incremento corrente possa essere considerato un buon parametro sul quale commisurare la quantità di concimi da somministrare agli alberi.

Certamente più indicativi, in tal senso, potrebbero essere l'incremento annuo della biomassa totale e il ritmo di assorbimento, di più difficile determinazione, ma più rispondenti alle reali esigenze degli alberi. È noto infatti che nei tessuti giovani il tenore in elementi plastici (azoto e fosforo) è molto più elevato che nei tessuti di età avanzata e che la proporzione di questi ultimi aumenta con l'età delle piante.

Un valido contributo nella interpretazione del fenomeno potrebbe venire da un approfondimento delle conoscenze sullo sviluppo dell'apparato radicale, in relazione alle caratteristiche dei vari strati del profilo del terreno, e sulle relazioni tra intensità di assorbimento degli elementi nutritivi in un dato volume di terreno e quantità di volume stesso esplorato dalle radici. È molto probabile che il grado di esplorazione sia in stretta relazione con l'età e la dimensione degli alberi e che la colonizzazione delle radici da parte delle micorrizze possa creare una estensione del sistema radicale del pioppo. Certamente, con l'infezione micorrizica la quota di volume disponibile può essere utilizzata in modo più efficiente per l'influenza positiva che essa esercita sull'assorbimento nutrizionale, particolarmente nei terreni poveri e nei riguardi di minerali relativamente insolubili, fonti di potassio e di calcio, anche se il pioppo non viene considerato tra le piante fortemente dipendenti da detti funghi del suolo.

Non bisogna dimenticare che il pioppeto occupa lo stesso terreno mediamente per un decennio e che durante questo periodo il suolo



viene lavorato soltanto nei primi 10-15 cm. Il mancato rimescolamento degli strati superficiali con quelli più profondi tende a favorire la differenziazione di orizzonti nel profilo.

Lo strato più superficiale, biologicamente più attivo, si arricchisce continuamente sia per l'apporto diretto di fertilizzanti sia per l'interramento dei residui organici; viceversa, lo strato sottostante tende progressivamente a impoverirsi di elementi nutritivi che vengono assorbiti dalle radici e ritornano al terreno attraverso le foglie, accumulandosi in superficie.

Di qui deriva il convincimento che la concimazione di fondo debba servire ad arricchire di elementi nutritivi tutti gli strati esplorati dalle radici, compresi quelli più profondi. Va da sé che questo tipo di concimazione è opportuno compierlo contemporaneamente alle lavorazioni profonde che precedono l'impianto e riguarderà principalmente oltre che la sostanza organica, i concimi fosfatici e quelli potassici dato che la loro mobilità nel terreno è tanto minore quanto maggiore è il potere assorbente. Viceversa, i composti azotati inorganici ridotti possono essere più efficacemente distribuiti in superficie perché essi, per ossidazione, danno origine allo ione nitrato il quale, avendo carica negativa, si muove liberamente attraverso il terreno e perciò viene portato più velocemente verso il basso nella zona delle radici.

### Potassio

Le indagini sulla concimazione del pioppo fino a ora condotte permettono di rilevare che la maggior parte dei terreni interessati da questa coltura risulta ben dotata di potassio, sia allo stato assimilabile sia come riserva potenziale. Questa affermazione, più che sul dato analitico rilevato in laboratorio — che non sempre costituisce indice

sicuro di povertà o di ricchezza —, si basa sui risultati sperimentali della quasi totalità delle prove (26 su 28) di concimazione condotte in campo.

Quanto sopra troverebbe conferma anche nel fatto che la somministrazione di potassio al terreno non solo non ha influito sul tenore di questo elemento nelle foglie, ma ha determinato un abbassamento del contenuto in magnesio che, come è stato osservato in terreni sabbio-limosi di buona fertilità, addirittura ha evidenziato sintomi di carenza sulle foglie più adulte. La comparsa del fenomeno, come è noto, è tipica dei terreni ben dotati di potassio. In alcuni casi si sono avuti temporanei effetti depressivi sulla crescita per somministrazione di concimi contenenti il potassio sotto forma di cloruro.

### Fosforo

Tra quelli esaminati ai fini delle prove, abbastanza diffusi appaiono i terreni mediamente dotati di fosforo totale, almeno negli strati più superficiali, a cui però molto spesso corrispondono contenuti scarsi di fosforo assimilabile.

Tuttavia, pur avendo operato in terreni poveri l'analisi ha messo in evidenza che il tenore in  $P_2O_5$  delle foglie non è favorito dalla somministrazione di concimi fosfatici mentre può essere influenzato negativamente dalla concimazione azotata (Pomposa) o da quella potassica (Belgioioso).

A Pomposa e a Belgioioso, malgrado le forti carenze di  $P_2O_5$  assimilabile messe in evidenza dai reagenti analitici, la concimazione fosfatica non ha esercitato alcuna influenza sull'accrescimento, in particolare nella seconda località dove risultava molto scarsa anche la dotazione di fosforo totale.

In questa stazione, però, l'accrescimento complessivo delle piante è stato molto modesto e ciò può essere attribuito in primo luogo a

carenze soprattutto a livello delle caratteristiche fisiche del terreno e assai meno alla scarsa disponibilità di elementi nutritivi, altrimenti le piante avrebbero potuto rispondere positivamente alla concimazione.

Più comprensibile è la mancata risposta alla concimazione fosfatica nella prova di Mortara, dove le analisi hanno posto in evidenza contenuti di  $P_2O_5$  assimilabile variabili da 80 a 100 ppm nello strato superficiale. Ciò malgrado, non sembra possibile stabilire una soglia del contenuto in fosforo assimilabile, al di sotto della quale le somministrazioni di concimi fosfatici risultino chiaramente o perlomeno tendenzialmente efficaci sulla produzione. In ogni caso è da ritenere che questa soglia — per la  $P_2O_5$  assimilabile, determinata col metodo Ferrari — sia nettamente al di sotto di quella di 100 ppm, indicata per le comuni piante erbacee (Piolanti, 1974) e anche di quella di 80 ppm, indicata per l'arboricoltura da frutto (LALATTA, 1980).

Nelle nostre esperienze i pioppi hanno risposto positivamente alla concimazione fosfatica in terreni modestamente forniti di  $P_2O_5$  e caratterizzati sia da reazione subacida, buona disponibilità idrica e tessitura sabbiosa, sia da reazione neutra o subalcalina, tessitura sabbio-limosa ma con profilo di limitata potenza, mentre non hanno risposto in terreni molto poveri in  $P_2O_5$  ma profondi e in condizioni idriche molto variabili. È probabile che il valore soglia muti con le caratteristiche fisico-chimiche del terreno.

### Azoto

Il contenuto in azoto del terreno è risultato molto variabile ma con valori quasi sempre denunciati, stando alla scala dei livelli indice comunemente proposti per le determinazioni eseguite con il meto-

do Kjeldahl\*, uno stato più o meno grave di carenza.

Ciò nonostante, non è possibile evidenziare una netta correlazione tra contenuti del terreno e risposta del pioppo agli apporti di concimi azotati. È proprio in alcuni dei terreni più poveri di azoto che la somministrazione di fertilizzanti contenenti questo elemento non ha conseguito esiti positivi (Belgioioso, Pomposa). Va, però, subito aggiunto che in tali località l'accrescimento complessivo è stato piuttosto modesto: ciò sta a dimostrare che i fattori limitanti non vanno ricercati soltanto nella scarsa disponibilità di elementi nutritivi ma anche a livello della tessitura e delle caratteristiche fisiche da essa determinate, tra le quali non ultima la capacità idrica e le conseguenti possibilità di immagazzinamento di acqua. Bisogna anche aggiungere che l'azoto ammoniacale, o quello delle forme quali l'ureica che passano attraverso la forma ammoniacale, somministrato in copertura sui terreni alcalini, va incontro ad inevitabili perdite in quanto l'esposizione in superficie ed il pH elevato favoriscono la volatilizzazione dell'ammoniaca. È quindi indispensabile l'incorporamento nel terreno subito dopo lo spargimento, per contenere il fenomeno entro limiti accettabili.

In genere, però, la concimazione azotata ha conseguito i risultati produttivi più elevati, in particolare nei terreni sabbiosi a reazione subacida e con buone disponibilità idriche e anche in terreni sabbiosilimosi, con reazione subalcalina e con profilo di limitata potenza.

Collateralmente può essere utile ricordare che la concimazione azotata ha dato luogo a un notevole sviluppo di infestanti. In tal senso del tutto ininfluenti risultavano i concimi fosfatici e quelli potassici.

Sono state osservate conseguenze negative sull'accrescimento da eccesso di azoto ed è probabile che

il fenomeno possa verificarsi con maggiore frequenza e intensità in terreni carenti di fosforo. Evidentemente, anche per il pioppo l'azoto è l'elemento che presenta lo scarto minore tra i livelli corrispondenti alla deficienza e quelli corrispondenti all'eccesso e questo fatto impone particolare cautela nella scelta della dose e delle modalità di distribuzione, non essendo tollerate escursioni molto ampie.

Quanto all'impiego di fertilizzanti azotati in forma nitrica, ammoniacale e ureica, si ritiene utile precisare, sulla base dei risultati conseguiti, che non sono stati messi in evidenza in maniera univoca particolari pregi che distinguano le varie forme di concimi chimici o comunque tali da giustificare le note differenze di prezzo. Stando così le cose, la preferenza nel loro impiego dovrà basarsi unicamente, fatte salve alcune considerazioni generali di ordine agronomico, sul minor costo dell'unità di azoto in essi contenuto.

A differenza di quanto constatato per il fosforo e per il potassio, l'analisi fogliare ha messo in evidenza l'efficacia della concimazione azotata sul contenuto in azoto delle foglie in molte delle stazioni considerate per cui si può affermare che, in linea generale, esiste una correlazione positiva tra somministrazione di azoto nel terreno e tenore dello stesso elemento nelle foglie. Più difficile è evidenziare una correlazione tra concentrazione di azoto nelle foglie e ritmo di accrescimento degli alberi nelle diverse stazioni, correlazione che sarebbe molto utile ai fini dell'applicazione della diagnostica fogliare nella guida alla concimazione azotata.

\*N%: inferiore a 0,05 = deficiente; 0,05-0,1 = mediocre; 0,1-0,15 = medio; 0,2 = alto.

## Sostanza organica

Molto variabile è risultata la consistenza della sostanza organica nei terreni pioppicoli esaminati; si passa dai livelli di estrema povertà della maggior parte dei terreni sabbiosi a valori che superano appena l'1,5% di certi terreni ex agrari per arrivare ad un massimo del 3% nello strato superficiale di terreni ex boschivi.

La concimazione letamica, effettuata peraltro a Palazzolo dello Stella, nel terreno con i più elevati contenuti di sostanza organica, coltivato in precedenza per un turno di 11 anni a pioppeto, impiantato in seguito a disboscamento, non ha avuto effetto significativo sull'accrescimento.

La dose di 500 q/ha di letame, in un terreno con circa il 3% di humus nei primi 50 cm dalla superficie, non poteva certo determinare incrementi sostanziali di sostanza organica o di elementi nutritivi nel terreno o comunque tali da esercitare, nel corso di un turno di 12 anni, un'azione favorevole sulla produzione. Il coefficiente isoumico ( $K_1$ ) può essere al massimo pari allo 0,1 della sostanza secca corrispondente al concime organico. Anche l'apporto di elementi chimici è relativamente modesto.

La letamazione, però, meriterebbe un'attenta considerazione come intervento atto a modificare la struttura del suolo. Infatti, la distribuzione del letame, che pur non costituendo un mezzo insostituibile ai fini del miglioramento della fertilità chimica — dato che i fertilizzanti minerali possono rispondere efficacemente a tale scopo — costituisce invece un indiscutibile mezzo naturale per migliorare le caratteristiche strutturali dei terreni argillosi e di quelli sabbiosi. Malauguratamente la sua distribuzione nella preparazione del terreno per la messa a dimora del

pioppeto, se poteva essere attuata nel passato, è oggi di applicazione sempre più rara per le difficoltà che si incontrano nel suo reperimento. In considerazione di questo fatto è stata condotta una indagine con pollina in alternativa del letame in un terreno sabbioso, povero di sostanza organica. I risultati sono stati però del tutto inattesi in quanto la pollina, pur contenendo circa il 70% di sostanza organica, non ha esercitato un'azione favorevole sull'accrescimento.

Avendo iniziato la prova in un pioppeto al sesto anno di vegetazione dalla messa a dimora, il risultato va probabilmente inquadrato nella problematica della sensibilità del pioppo alla fertilizzazione, variabile in funzione dell'età degli alberi, nonché nella impossibilità di interrare la pollina in profondità, come confermerebbe l'aumento della sostanza organica, derivante dall'applicazione di questo concime, esclusivamente nei primi 30 cm del suolo.

\* \* \*

Nei pioppeti consociati nei primi anni con colture erbacee, normalmente aiutate con fertilizzanti, le prove di concimazione condotte negli anni successivi hanno dato risultati di scarso interesse. Questo dato non stupisce se si considera che di solito le consociazioni vengono fatte in terreni fertili, che — come si è detto sopra — il pioppo mostra la maggiore sensibilità alla concimazione in età giovanile e che, infine, esso può avvantaggiarsi della fertilità residua.

\* \* \*

In conclusione, per quanto riguarda la concimazione del pioppeto, ci si è sforzati di dare dei suggerimenti solo se convalidati da risultati sperimentali. Si è cercato di mettere in evidenza che l'efficacia dei concimi è condizionata dai limiti imposti dagli altri fattori, la conoscenza dei quali è indispensa-

bile per intervenire razionalmente.

Si ritiene utile la concimazione di fondo, da farsi prima dello scasso, per mantenere la fertilità rimpiazzando le asportazioni, per prevenire il rischio di insospettite carenze o rapporti squilibrati in terreni non analizzati recentemente e per assicurare una dotazione extra di fosforo e di potassio al fine, soprattutto, di stimolare rispettivamente lo sviluppo dell'apparato radicale e, forse, l'incremento della densità del legno.

Per la concimazione di produzione è abbastanza evidente che conviene farla soltanto in terreni poveri a reazione subacida o di ridotta potenza, limitandola alla prima metà del turno e che gli effetti più vistosi sono sempre determinati dagli apporti di azoto o di azoto e fosforo.

Va anche tenuto presente che la concimazione è un'operazione che deve rispondere sia a criteri di razionalità sia a esigenze di ordine economico.

Lo scopo fondamentale della concimazione è quello di conseguire un incremento di produzione ed è ovvio che, nei casi in cui non si hanno risposte positive in tal senso, il problema di convenienza economica non si pone nemmeno.

Nei casi in cui vi è risposta positiva all'apporto di fertilizzanti bisogna riferirsi al valore dell'incremento di prodotto ottenuto con la concimazione o con le diverse dosi di concime impiegate e al costo della concimazione o delle diverse dosi di fertilizzanti somministrate, ivi compresi quelli di trasporto, di spargimento e di interramento.

Non vi è dubbio che in certi casi l'operazione è economicamente conveniente.

### 3. BIBLIOGRAFIA

- AIRD P.L., 1962 - Fertilization, weed control and the growth of poplar. *For. Sci.* 8: 413-28.
- BARNEOUD C. & BONDUELLE P., 1970 - Résultats d'essais de fertilisation du peuplier 'I-214' en France. Association Forêt-Cellulose (Afocel). *Compte rendu d'activité 1969*, 135-186.
- BARNEOUD C. & BONDUELLE P., 1979 - La Culture du Peuplier. AFOCEL, Paris.
- BERNIER B. 1984 - Nutrient Cycling in *Populus*: a literature review with implications in intensively-managed plantations. IEA/ENFOR, Canada.
- DURANTI G. & GIULIMONDI G., 1980 - Ricerche sulla produttività di un pioppeto artificiale. III. Apporto al suolo di azoto e di elementi minerali con la lettiera ed il sottobosco erbaceo. *Pubbl. Centro Sperim. Agric. Forest.* 13: 229-238.
- FRISON G., 1967 - Asportazioni minerali nel barbatellaio di pioppo. *Cellulosa e Carta XVIII* (12) 10-24.
- FRISON G., 1968 - Asportazioni minerali nel vivaio di pioppi euramericani. *Cellulosa e Carta XIX* (4) 27-36.
- FRISON G., 1969 - Asportazioni minerali nel pioppeto. *Cellulosa e Carta XX* (6) 5-12.
- FRISON G., 1973 - Mineral fertilizing of poplar on deep, alluvial, sandy soil. *Int. Symp. Forest Fertiliz. Paris FAO/IUFRO/F/73/14* 8 pp.
- FRISON G., 1974 - Ricerche sulla concimazione del pioppo euramericano 'I-214' in vivaio. *Cellulosa e Carta XXV* (7/8) 3-20.
- FRISON G., 1975 - Ritmo di assorbimento di elementi minerali nutritivi del pioppo in barbatellaio. *Cellulosa e Carta XXVI* (7/8) 25-43.
- FRISON G., 1975 - La concimazione del pioppeto. *Da Terra e Vita* 16: 22-23.
- FRISON G., 1976 - Influenza dei concimi minerali sull'accrescimento del pioppo. *Cellulosa e Carta XXVII* (3) 3-20.
- FRISON G., 1976 - Dosi crescenti di pollina e sviluppo del pioppo in vaso. *Cellulosa e Carta XXVII* (7/8) 37-44.
- FRISON G., 1976 - Results of poplar fertilization trials on sandy soils. *Proc. IV Int. Colloquium on the Control of Plant Nutrition, Gent, vol. II*, 377-390.
- FRISON G., 1978 - Risultati di cinque esperienze sulla concimazione minerale del pioppo. *Cellulosa e Carta* 29: 9-26.
- FRISON G., 1979 - Ricerche sulla nutrizione minerale del pioppo per mezzo della diagnostica fogliare (Tecnica di campionamento). *Cellulosa e Carta* 30: 5-32.

- FRISON G., ANSELMINI N. & BOCCONE A., 1982 - Research on iron chlorosis of poplars. FAO Int. Poplar Commission, Casale Monferrato, Italy. 54 pp.
- FRISON G., 1984 - Sperimentazione pioppiccola attuata nel Delta padano (1964-1984). E.R.S.A., Bologna.
- GARBAYE J., 1972 - Influence de la date et de la hauteur du prélèvement sur les résultats de l'analyse foliaire chez deux clones de peuplier. *Ann. Sci. For.* 29: 451-463.
- GARBAYE J. & LEROY Ph., 1974 - Fertilisation, desherbage chimique et travail du sol dans une plantation de 'I-214'. *Rev. Forest. Fr.* 26 (2) 139-145.
- GARBAYE J., 1979 - Sol et productivité des peupliers 'I-214' et 'Robusta' en populiculture traditionnelle dans le nord du bassin parisien. *Ann. Sci. For.* 36: 39-58.
- GARBAYE J., 1980 - Nutrition minérale et production des peupliers 'Robusta' et 'I-214' en populiculture traditionnelle dans le nord du bassin parisien. *Ann. Sci. For.* 37: 159-172.
- GIARDINI L., 1977 - Agronomia generale. Patron Editore. Bologna.
- GIULIMONDI G., 1966 - Contenuti minerali del pioppo euramerican. *Pubbl. Centro Sper. Agric. Forest.* 7-8: 193-214.
- GIULIMONDI G., 1966b - Ricerche sulla nutrizione minerale del pioppo a mezzo dell'analisi fogliare: variazioni dei contenuti minerali in prove di concimazione. *Pubbl. Centro Sper. Agric. Forest.* 7-8: 39-54.
- GIULIMONDI G., 1968 - Effetti della lettiera di pioppo sul terreno. I. Ricerche in vaso sull'evoluzione del materiale di defogliazione. *Pubbl. Centro Sper. Agric. Forest.* 10: 55-71.
- GIULIMONDI G., 1970 - Contenuti minerali delle pioppelle in vivaio. *Pubbl. Centro Sper. Agric. Forest.* 11: 63-74.
- GIULIMONDI G. & DURANTI G., 1974 - Ritmo d'incremento in sostanza secca e di utilizzazione in elementi nutritivi del pioppo in vivaio durante il secondo anno. *Cellulosa e Carta* 25: 3-20.
- LALATTA F., 1980 - La fertilizzazione nell'arboricoltura da frutto. Edagricole, Bologna.
- LEROY Ph., 1969a - La fertilisation du peuplier: connaissances acquises et difficultés d'application. *Rev. forest fr.* 3, 163-182.
- LEROY Ph., 1969b - Résultats précoces d'essais de fertilisation du peuplier sur sols a gley dans la Neuse. *Ann. Sci. forest.* 26 (3), 301-319.
- PIOLANTI G., 1974 - La concimazione chimica. Tecnica ed esperienze. Edagricole, Bologna.
- ROSSI MARCELLI A., DURANTI G. & GIULIMONDI G., 1980 - Ricerche sulla produttività di un pioppeto artificiale. II. Produttività primaria netta del pioppeto. *Pubbl. Centro Sper. Agric. For.* 13: 203-227.
- TOUZET G. & HEINRICH J.C., 1970 - Concentrations foliaires en azote, phosphore, potassium et calcium du peuplier cv. 'I-214'. *AFOCEL*: 103-134.
- WHITE E.H. & CARTER M.C., 1968 - Relationships between foliage nutrient levels and growth of young natural stands of *Populus deltoides* Bartr. p. 275-294. In: C.T. Youngberg and C.B. Dovey (eds.). *Tree Growth and Forest Soils*. Oregon State Univ. Press, Corvallis, OR.
- Fig. 1 - Delimitazione delle aree pioppiccole della Valle Padana con l'indicazione delle località in cui sono state condotte le prove di concimazione.
- Fig. 2 - Palazzolo dello Stella (UD).  
Influenza della concimazione sull'accrescimento del fusto in area basimetrica (cm<sup>2</sup>) a m 1,30 dal suolo.  
1 = N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> (testimone non concimato); 2 = N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>1</sub>; 3 = N<sub>0</sub>P<sub>1</sub>K<sub>0</sub>; 4 = N<sub>0</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>; 5 = N<sub>1</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>; 6 = N<sub>1</sub>P<sub>0</sub>K<sub>1</sub>; 7 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>0</sub>; 8 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>
- Fig. 3 - Mortara (PV).  
Influenza della concimazione sull'accrescimento del fusto in un area basimetrica (cm<sup>2</sup>) a m 1,30 dal suolo.  
1 = N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> (testimone non concimato); 2 = N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>1</sub>; 3 = N<sub>0</sub>P<sub>1</sub>K<sub>0</sub>; 4 = N<sub>0</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>; 5 = N<sub>1</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>; 6 = N<sub>1</sub>P<sub>0</sub>K<sub>1</sub>; 7 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>0</sub>; 8 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>
- Fig. 4 - Mortara (PV).  
Influenza della concimazione sul contenuto in azoto ed in fosforo delle foglie di pioppo del clone 'I-214'.  
1 = N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> (testimone non concimato); 2 = N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>1</sub>; 3 = N<sub>0</sub>P<sub>1</sub>K<sub>0</sub>; 4 = N<sub>0</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>; 5 = N<sub>1</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub>; 6 = N<sub>1</sub>P<sub>0</sub>K<sub>1</sub>; 7 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>0</sub>; 8 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>.
- Fig. 5 - Porto Mantovano (MN).  
Influenza della concimazione sull'accrescimento del fusto in area basimetrica (cm<sup>2</sup>) a m 1,30 dal suolo.  
1 = testimone non concimato; 2 = NP; 3 = NPK.
- Fig. 6 - Cernago (PV).  
Influenza della concimazione sull'accrescimento del fusto in area basimetrica (cm<sup>2</sup>) a m 1,30 dal suolo, del clone 'BL Costanzo'.  
1 = testimone non concimato; 2 = N<sub>1</sub>; 3 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>; 4 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>; 5 = N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>; 6 = N<sub>(1+1)</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>.
- Fig. 7 - Cernago (PV).  
Influenza della concimazione sul contenuto in azoto, fosforo, potassio, calcio e magnesio delle foglie di pioppo del clone BL Costanzo'.  
1 = testimone non concimato; 2 = N<sub>1</sub>; 3 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>; 4 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>; 5 = N<sub>2</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>; 6 = N<sub>(1+1)</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>.
- Fig. 8 - Casale Monferrato (AL).  
Influenza della concimazione sull'accrescimento del fusto in area basimetrica (cm<sup>2</sup>) a m 1,30 dal suolo.  
1 = testimone non concimato; 2 = N<sub>1</sub>; 3 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>; 4 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>; 5 = N<sub>(1+1)</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>.
- Fig. 9 - Casale Monferrato (AL).  
Influenza della concimazione sul contenuto in azoto, in fosforo, in potassio, in calcio e in magnesio delle foglie di piante di pioppo del clone BL Costanzo'.  
1 = testimone non concimato; 2 = N<sub>1</sub>; 3 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>; 4 = N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>; 5 = N<sub>(1+1)</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>.