

SOCIETÀ AGRICOLA E FORESTALE PER LE PIANTE DA CELLULOSA E DA CARTA
ISTITUTO DI SPERIMENTAZIONE PER LA PIOPPICOLTURA - CASALE MONFERRATO

GIUSEPPE FRISON

**Ricerche sulla nutrizione minerale del pioppo
per mezzo della diagnostica fogliare
(Tecnica di campionamento)**

*Estratto da « Cellulosa e Carta »
N. 12 - dicembre 1979*

ROMA 1979

Ricerche sulla nutrizione minerale del pioppo per mezzo della diagnostica fogliare (Tecnica di campionamento)

GIUSEPPE FRISON*

1. Premessa e scopo del lavoro

In questi ultimi anni anche in pioppicoltura il problema della concimazione è diventato, soprattutto per fattori di ordine economico, di primo piano e si è sentita la necessità di approfondire le ricerche con l'aiuto di mezzi di diagnosi capaci di integrare e di meglio interpretare i risultati delle prove di concimazione in pieno campo.

Il mezzo di indagine a cui più frequentemente si è fatto ricorso, soprattutto in passato, è quello dell'analisi del terreno per la determinazione degli elementi contenuti in forma assimilabile. Pertanto, pur essendo numerosi gli studi sulla nutrizione minerale del pioppo, pochi di essi impiegano l'analisi fogliare come strumento diagnostico, mentre è noto che le foglie, meglio di qualsiasi altro organo, riflettono le condizioni di nutrizione minerale della pianta e sono sensibili alle variazioni nella disponibilità di elementi nutritivi del terreno. Ne consegue che i risultati delle analisi chimiche delle foglie possono essere utilizzati come indice dei fabbisogni nutritivi della coltura e come guida alla concimazione. L'analisi delle foglie infatti è basata su questi concetti fondamentali:

- 1 - la foglia è la più importante sede del metabolismo della pianta;
- 2 - cambiamenti nell'assorbimento dei principi nutritivi si riflettono nel contenuto delle foglie;

- 3 - questi cambiamenti sono più pronunciati in certi stadi dello sviluppo che in altri;
- 4 - la concentrazione in elementi nutritivi è correlata con la produzione.

Occorre subito dire che, sul piano pratico, si incontrano parecchie difficoltà nell'applicazione di entrambi i metodi diagnostici (analisi del terreno e analisi fogliare) i quali in ogni caso devono essere utilizzati congiuntamente.

In particolare per l'analisi del terreno si pongono problemi:

- 1 - nello stabilire lo spessore dello strato esplorato dalle radici assorbenti del pioppo;
- 2 - nel prelevamento dei campioni data la variabilità del suolo;
- 3 - nella scelta del metodo di analisi: è noto infatti che alcuni metodi analitici possono essere applicati con successo per certe piante coltivate ma non, ad esempio, per le piante forestali nelle quali gli effetti delle micorrize possono essere di importanza notevole ai fini dell'assorbimento.

Per l'analisi delle foglie emergono difficoltà:

- 1 - nella messa a punto della tecnica di campionamento dato che il contenuto in elementi minerali varia nel corso della sta-

* dell'Istituto di sperimentazione per la pioppicoltura di Casale Monferrato/S.A.F. - gruppo ENCC.

CARATTERISTICHE CHIMICHE E FISICO MECCANICHE DI 3 PROFILI DEL TERRENO
DEL PIOPPETO SPERIMENTALE

CARATTERISTICHE	Profilo n. 1			Profilo n. 2			Profilo n. 3		
	da cm 1 a cm 40	da cm 41 a cm 70	da cm 71 a cm 120	da cm 1 a cm 60	da cm 61 a cm 120	da cm 121 a cm 150	da cm 1 a cm 50	da cm 51 a cm 100	da cm 101 a cm 150
Scheletro %	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Analisi fisico meccanica									
Sabbia grossa % (> mm 2)	0,10	2,10	1,50	0,10	2,40	1,80	1,06	8,70	0,40
Sabbia fine % (mm 2-0,2)	81,30	94,10	92,40	87,00	89,40	90,20	87,70	88,30	91,70
Limo % (mm 0,2-0,02)	11,20	1,90	2,10	7,90	4,30	4,50	8,60	0,50	5,90
Argilla % (< mm 0,02)	7,40	1,90	4,00	5,00	7,90	3,50	2,70	2,50	2,00
Calcare totale % (Scheibler)	6,80	6,00	6,40	6,30	7,90	5,70	4,50	4,40	5,10
Calcare attivo % (Drouineau)	1,00	0,75	0,50	1,25	1,00	1,00	0,90	0,60	0,75
Reazione in pH (in H ₂ O)	7,58	7,48	7,52	7,95	7,45	7,45	8,00	7,15	7,90
Sostanza organica %									
Carbonio organico (Wolkley e Black)	0,59	0,22	0,24	0,97	0,29	0,18	0,74	0,24	0,29
Humus (C × 1,724)	1,01	0,38	0,42	1,67	0,51	0,32	1,28	0,42	0,50
N totale % (Kjeldahl)	1,05	—	—	1,36	—	—	1,26	—	—
P ₂ O ₅ totale % (Ferrari)	1,46	0,87	1,14	1,37	1,37	1,12	1,90	1,49	1,53
P ₂ O ₅ assimilabile ‰ (Ferrari)	0,075	—	—	0,070	—	—	0,092	—	—
K ₂ O assimilabile (Dirks e Scheffer) (mg/100 g di terra) (Mod. Gelli)	3,70	0,40	0,50	2,20	1,20	0,80	2,85	1,18	0,83
Na ₂ O assimilabile (Dirks e Scheffer) (mg/100 g di terra) (Mod. Gelli)	2,50	3,00	4,00	2,70	3,10	3,80	2,10	2,70	2,90

gione vegetativa e a seconda dell'età e della posizione delle foglie sulla chioma della pianta;

- 2 - nello stabilire le scale di concentrazione corrispondenti alla deficienza, alla sufficienza ed all'eccesso di elementi nutritivi e nel trovare le correlazioni tra quantitativi presenti per ciascun elemento ed accrescimento;
- 3 - nello stabilire il giusto equilibrio tra diversi elementi minerali. E' noto infatti che sintomi di carenza di Mg, anche se questo elemento è contenuto nel giusto tenore, possono manifestarsi semplicemente per un eccesso di potassio.

Da quanto sopra esposto risulta subito evidente che, anche nel caso del pioppo, il primo e più importante passo per l'applicazione del metodo della diagnostica fogliare, integrato in ogni caso dall'analisi del terreno, consiste nel mettere a punto una tecnica di campionamento che consenta di prelevare campioni uniformi ed indicativi.

Nel presente studio in particolare si è cercato di stabilire:

- il periodo in cui il livello degli elementi minerali delle foglie è relativamente costante;
- il ramo e la quota che presentano le minime variazioni tra pianta e pianta;
- le foglie che mostrano le minime variazioni tra ramo e ramo nella pianta;
- il numero minimo di alberi da campionare calcolato sulla base della variabilità tra piante dello stesso bosco coetaneo ed uniclonale.

Nei capitoli seguenti vengono descritte le caratteristiche del pioppeto scelto per l'indagine e le modalità seguite nella ricerca.

2. Studio della stazione

2.1. Il terreno

L'appezzamento nel quale aveva sede il pioppeto fa parte dell'Azienda Sperimentale « Mezzi », annessa all'Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura di Casale Monferrato, ed è posto ad un'altitudine di m 116 sul livello del mare, ha giacitura pianeggiante ed è irriguo.

Il suolo deriva da alluvioni recenti del Po e, in base alla sua granulometria, viene classificato come terreno sabbioso nello strato più superficiale (Tab. 1) e come sabbia quasi pura in quelli sottostanti. In superficie esso risulta povero di sostanza organica, scarsamente dotato di azoto, mediamente fornito di fosforo totale ed assimilabile e piuttosto ricco di potassio assimilabile. Risulta invece povero negli strati sottostanti e fino a m 1,50. Oltre questa profondità aumenta fortemente la percentuale di sabbia grossa ed appare la ghiaia che occupa gli strati più profondi.

Poiché nel semestre aprile-settembre di tutti gli anni del periodo considerato (dal 1959 al 1963), la profondità della falda freatica ha oscillato, mediamente, intorno a m 4,50-5,50 in aprile ed intorno a m 3-3,50 tra maggio e settembre, si può dedurre che, nelle descritte condizioni pedologiche, l'acqua di falda non ha pratica-

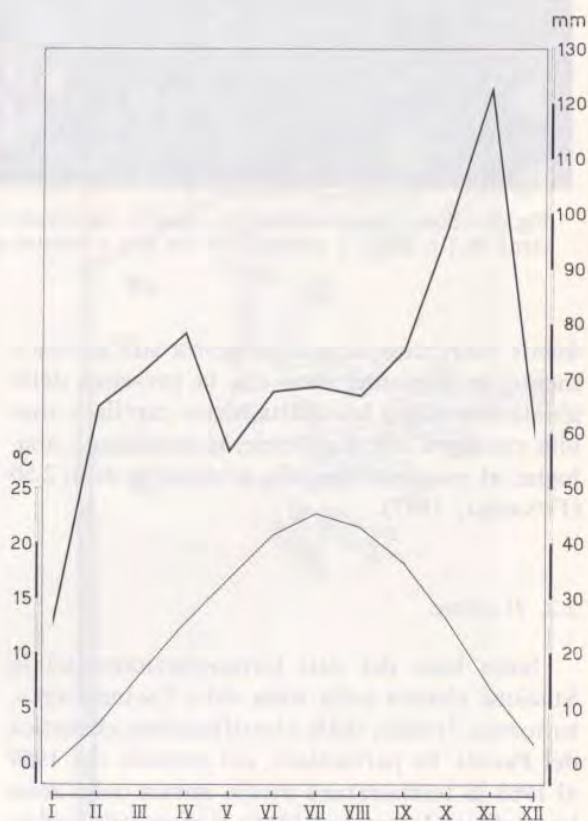


Fig. 1 - Climogramma 'Bagnouls-Gaussen' costruito con le medie dei dati del decennio 1959-68 rilevati nella Stazione meteorologica dell'Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura.



Fig. 2 - Sono rappresentate le quattro impalcature da cui sono stati prelevati i rami R₁ (in alto a sinistra), R₂ (in basso a sinistra), R₃ (in alto a destra) ed R₄ (in basso a destra).

mente esercitato alcuna influenza sull'accrescimento delle piante, dato che la presenza della ghiaia impedisce la risalita idrica capillare sino alla rizosfera che si estende, in condizioni analoghe, al massimo fino alla profondità di m 2,50 (FUNAIOLI, 1967).

2.2. Il clima

Sulla base dei dati termo-pluviometrici la Stazione rientra nella zona del « Castanetum », sottozona fredda, della classificazione climatica del Pavari. In particolare, nel periodo dal 1959 al 1963 la temperatura media annua nella zona ha oscillato intorno ai 12° C; il mese più freddo è risultato gennaio (-0,2° C) e quello più caldo luglio (22° C). Le punte minime registrate sono state di 15° C e quelle massime di 35° C.

Nello stesso periodo le precipitazioni annue si sono mantenute intorno a 856 mm (minime 694,7 nel 1962 e massime 1.129 nel 1960), distribuite nei diversi mesi come indicato nella Fig. 1.

Nel semestre aprile-settembre, nel quale si svolge la massima parte dell'attività vegetativa del clone 'I-214', le temperature medie sono state di 18,55° C con minime di 18,2° C nel 1963 e massime di 19 nel 1961 e le precipitazioni medie di mm 412 (media mensile 68 mm) con minime di 278 mm nel 1962 (media mensile di 46 mm) e massime di 618 mm nel 1963 (media mensile 103 mm).

Se si tiene presente che, sulla base di rilievi lisimetrici (dati inediti, Frison) si può indicare nell'ordine di 100-110 mm i minimi mensili di precipitazione necessari per sopperire alle esigenze idriche del pioppo, si deduce che nella stazione in esame sono state frequenti le an-

nate nelle quali, durante il periodo di maggior attività vegetativa, si è verificato un difetto delle precipitazioni al quale si è posto rimedio con l'irrigazione.

2.3. La vegetazione: il pioppeto oggetto della ricerca

L'impianto del pioppeto è stato eseguito nella primavera 1959, impiegando pioppelle del clone 'I-214' [*Populus × euramericana* (Dode) Guinier] di due anni di vivaio aventi circa 15 cm di circonferenza misurata a m 1 dal suolo. La messa a dimora dei trapianti è stata fatta in buche profonde cm 80, scavate con trivella del diametro di cm 50 azionata da trattore, con spaziatura in quadro di m 6 × 6.

Il terreno, prima di ricevere la piantagione, è stato arato alla profondità di cm 60, concimato con q/ha 6 di perfosfato minerale 18-20 %, 2 di solfato potassico 50-52 %, 4 di solfato ammonico 20-21 % e, infine, erpicato.

Dopo l'impianto, al terreno sono state praticate annualmente due erpicature con erpice

Fig. 3 - Modello di ramificazione del pioppo (Cl. 'I-214') al 5° anno di vegetazione dal trapianto effettuato con pioppelle di due anni di vivaio.

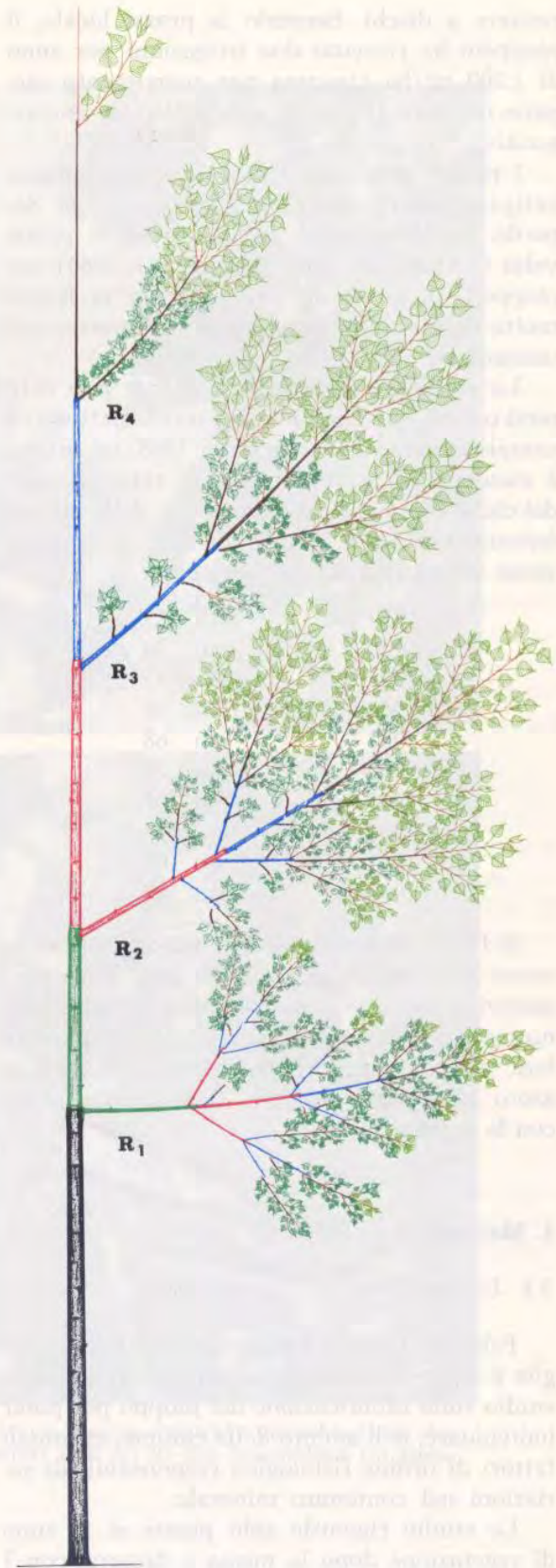
In verde chiaro foglie su macroblasti ed in verde scuro su brachiblasti.

Si noti l'abbondanza di brachiblasti sui rami R₁ ed R₂ e di macroblasti sui rami R₃ ed R₄.

L'R₄ risulta costituito dai germogli dell'anno (1963) colorati in arancione (con foglie verde chiaro i macroblasti e verde scuro i brachiblasti) inseriti sui rami, colorati in marrone, formatisi nella stagione vegetativa precedente (1962).

L'R₃ risulta formato dai germogli dell'anno (1963), sempre colorati in arancione (con foglie verde chiaro i macroblasti e verde scuro i brachiblasti), portati dai rami colorati in marrone formatisi nel corso della vegetazione precedente (1962), inseriti a loro volta su branche (di colore celeste) la cui formazione è iniziata l'anno avanti (1961).

Nell'R₂ si notano ramificazioni analoghe a quelle rilevate nell'R₃, ma le branche del 1961 (celeste) sono a loro volta inserite in una branca principale (rosa) la cui formazione è iniziata nell'anno precedente (1960). Infine nell'R₁ si ripete quanto già rilevato nell'R₂ con la differenza che le branche del 1960 (rosa) non sono inserite direttamente sul fusto ma su branche principali formatesi nel 1959 (verde).



pesante a dischi. Secondo la prassi locale, il pioppeto ha ricevuto due irrigazioni per anno di 1.200 m³/ha ciascuna per scorrimento eseguite nei periodi più siccitosi della stagione vegetativa.

I pioppi sono stati sottoposti a trattamenti antiparassitari contro il Crittorinco e la Saperda. La *Marssonina*, segnalata per la prima volta in Italia nel 1963 (CASTELLANI, 1964), nel pioppeto in questione era presente in forma molto lieve e non è stata oggetto di particolari trattamenti.

Lo stato di sviluppo delle piante può definirsi ottimo nell'anno in cui è stato effettuato il campionamento delle foglie, il 1963, ed ottimo è stato pure l'accrescimento in tutti gli anni del ciclo, come appare dalle medie della circonferenza (rilevate a m 1,30 alla fine di ogni stagione vegetativa) sottoriportate:

1959	cm	23
1960	cm	33
1961	cm	45
1962	cm	58
1963	cm	68
1964	cm	78
1965	cm	87
1966	cm	94
1967	cm	101
1968	cm	107

Il livello di fertilità della stazione, intesa in senso generale, misurato sulla base della produttività, può quindi essere ritenuto molto buono malgrado le carenze riscontrate, in particolare, nel contenuto in sostanza organica ed in azoto, alle quali, peraltro, si è posto rimedio con la concimazione.

3. Materiali e metodi

3.1. La ramificazione del pioppo

Prima di iniziare il campionamento delle foglie è stato ritenuto opportuno effettuare uno studio sulla ramificazione del pioppo per poter individuare, nell'ambito della chioma, eventuali fattori di ordine fisiologico responsabili di variazioni nel contenuto minerale.

Lo studio riguarda solo piante al 5° anno di vegetazione dopo la messa a dimora, con 7

anni di età effettiva. Nella chioma di tali alberi, essendo state le pioppelle private dei rami al momento dell'impianto, si potevano distinguere abbastanza chiaramente quattro impalcature come risulta dalle sequenze fotografiche riportate in Fig. 2. La quinta, in via di formazione, non viene considerata.

La prima impalcatura risultava inserita ad un'altezza da terra di m 4-6, la seconda di 7-8, la terza di 9-11 e la quarta di 12-14.

Per rendere più evidenti le caratteristiche delle branche, sulla base di quanto osservato nella realtà, è stato costruito un modello (Fig. 3) stilizzando un solo ramo per ogni impalcatura e contrassegnando il primo dal basso con R₁, il secondo con R₂, il terzo con R₃ ed il quarto con R₄ dove R sta per ramo ed il numero indica l'anno di vegetazione dopo l'impianto in cui ha avuto inizio la sua formazione. Nell'ambito della stessa branca, le parti di età diversa sono state differenziate con colori diversi e precisamente in arancione i germogli dell'anno (1963), in marrone i rami formati nella vegetazione precedente (1962), in celeste le branche la cui formazione è iniziata nel 1961, in rosa quelle del 1960 ed, infine, in verde quelle del 1959.

Esaminando in dettaglio i germogli dell'anno si nota che essi, pur essendo presenti in tutti e quattro i rami, hanno un accrescimento molto vigoroso nell'R₄ e nell'R₃, più modesto nell'R₂ e piuttosto misero nell'R₁. Inoltre, nell'R₄ essi presentano uno spiccato gradiente di vegetazione che si mantiene con la stessa intensità nell'R₃ ma diminuisce nell'R₂ e praticamente scompare nell'R₁.

Le foglie sono sempre inserite sui germogli dell'anno che costituiscono due tipiche formazioni (Fig. 4): i brachiblasti, molto brevi, con internodi molto ravvicinati e con poche foglie di piccole dimensioni; i macroblasti, tra i quali ad esempio i rami turionali e la gettata di allungamento, molto più lunghi e con foglie più numerose e di superficie più ampia. I brachiblasti sono portati nella parte più interna della chioma ed i macroblasti in quella più esterna. Poiché la fogliatura dei primi avviene in primavera in un tempo relativamente breve mentre l'accrescimento dei secondi si protrae praticamente per tutto il periodo vegetativo, ne consegue che la filloptosi della parte interna



Fig. 4 - Rappresentazione di un R₁ con brachiblasti (in basso a sinistra) e macroblasti (in alto a sinistra), di un R₂ con brachiblasti (in alto a destra) e di un R₂ con brachiblasti (in basso a destra).

e più bassa della chioma anticipa quella della parte esterna e più alta.

3.2. *La tecnica di campionamento delle foglie*

Nel prelevamento delle foglie si è tenuto conto della struttura della chioma e di quella delle branche. In particolare si è considerata una branca per ciascuna delle quattro impalcature situate nel settore sud-est della corona per evitare altre possibili fonti di variazione dovute all'orientamento. Di ciascuna branca (o ramo) si sono considerati separatamente i macroblasti (verde chiaro) dai brachiblasti (verde scuro). Dai macroblasti, scartate le foglie terminali più tenere, sono stati prelevati due campioni di cui il primo con le foglie apicali (F_1) ed il secondo con quelle basali (F_2). Analogamente dai brachiblasti sono stati prelevati due campioni di foglie di cui uno dalla parte apicale ed uno da quella basale denominati rispettivamente F_3 ed F_4 .

In totale sono stati prelevati quindi quattro campioni di foglie (F_1, F_2, F_3, F_4) per ogni ramo (R_1, R_2, R_3, R_4) di ciascuno dei sei alberi scelti a caso (dopo aver scartati i soggetti superdominanti e quelli superdominanti, risultati circa il 10 % del totale) in un pioppeto omogeneo contenente circa 300 piante.

Per lo studio delle variazioni del contenuto minerale nel corso di tutta la stagione vegetativa, i rilievi sono stati effettuati soltanto nel ramo R_4 alle seguenti date: 15 maggio, 5 giugno, 24 giugno, 30 luglio, 7 settembre e 21 ottobre, mentre per lo studio delle variazioni nell'ambito della chioma i campionamenti sono stati limitati al periodo centrale della stagione vegetativa e precisamente al 24 giugno, al 30 luglio ed al 7 settembre.

3.3. *La preparazione dei campioni di foglie per le analisi*

Le foglie, compreso il picciuolo, sono state essiccate in stufa a ventilazione a 70° C fino a peso costante, macinate finemente con apposito mulino e conservate fino al momento delle analisi in flaconcini di vetro ermeticamente chiusi.

3.4. *Le tecniche analitiche impiegate e la loro precisione statistica*

Per la determinazione degli elementi nutritivi considerati sono stati impiegati i seguenti metodi:

- N (azoto) : metodo Kjeldahl;
- P (fosforo) : incenerimento del materiale fogliare per via umida con acido solforico e dosamento dell'acido fosforico per via colorimetrica;
- K (potassio) : fotometria di fiamma;
- Na (sodio) : fotometria di fiamma;
- Ca (calcio) : precipitazione come ossalato in ambiente acetico, solubilizzazione del precipitato con acido solforico diluito e titolazione con permanganato di potassio N/10.

La precisione dei metodi sopraindicati è stata controllata facendo 15 determinazioni parallele sullo stesso campione di materiale fogliare omogeneamente mescolato.

I dati ottenuti (Tab. 2) sono stati elaborati per il calcolo del coefficiente di variabilità (CV) e dell'errore. Da tali parametri statistici si vede chiaramente che i metodi applicati sono molto precisi e ripetibili e ciò depone a favore dell'attendibilità dei dati riportati in questo lavoro.

3.5. *L'analisi statistica dei dati*

Per lo studio della variabilità del contenuto minerale delle foglie in funzione della posizione dei rami nella chioma e della posizione delle foglie nei rami, l'elaborazione è stata fatta per ogni gruppo di dati relativo a ciascun elemento e ad ogni data di rilievo.

Per lo studio della variabilità in funzione dell'epoca, si sono considerati separatamente per ogni elemento due gruppi di dati di cui il primo relativo a tutti e quattro i rami: R_1, R_2, R_3, R_4 (considerando per ciascuno di essi il dato medio dei quattro campioni fogliari) ed alle date del 24 giugno, 30 luglio e 7 settembre ed il secondo relativo al solo ramo R_4 ed alle date

del 15 maggio, 5 giugno, 24 giugno, 30 luglio, 7 settembre e 21 ottobre. Ciò allo scopo di facilitare le operazioni di calcolo e di rendere più agevole l'interpretazione dell'analisi statistica.

Poiché i fattori « posizione dei rami nella chioma » e « posizione delle foglie nel ramo » non sono a modalità casuale ma sono stati scelti a livelli fissi, lo studio della variabilità del contenuto minerale all'interno della chioma, rilevato in ciascuna epoca considerata, è stato fatto mediante l'analisi della varianza applicando il modello caratteristico dei fattori a modalità fissa. I confronti fra i trattamenti « posizione dei rami nella chioma » e « posizione delle foglie nel ramo », sono stati effettuati mediante la scomposizione della somma dei quadrati (devianze) fra gruppi, ciascuno associato ad un solo grado di libertà (confronti ortogonali).

Essendo i gradi di libertà disponibili, sia per la posizione dei rami sia per quella delle foglie, in numero di tre, all'impostazione della ricerca sono stati scelti i seguenti confronti ortogonali:

$$\begin{aligned} R_1 \text{ vs } R_2; R_3 \text{ vs } R_4; R_1 + R_2 \text{ vs } R_3 + R_4; \\ F_1 \text{ vs } F_2; F_3 \text{ vs } F_4; F_1 + F_2 \text{ vs } F_3 + F_4. \end{aligned}$$

L'epoca di campionamento deve essere considerata come fattore casuale per cui lo studio della variazione del contenuto minerale delle foglie nella chioma in funzione di tale fattore è stato fatto mediante l'analisi della varianza secondo il modello previsto per lo « split plot » in cui la posizione delle foglie nella chioma, vista in un insieme di epoche, può essere considerata un 'parcellone'. In questo caso i confronti fra epoche sono stati fatti con il test di Duncan.

Sulla base della variabilità rilevata tra rami omologhi di alberi diversi, o tra alberi diversi, si è cercato di determinare il numero minimo di alberi da cui prelevare le foglie.

E' ovvio che detto numero, a parità di condizioni, decresce al crescere del grado di uniformità tra gli alberi ed è tanto maggiore quanto minore è l'errore probabile (della media aritmetica) che si stima opportuno di non superare.

L'errore probabile è espresso dalla relazione: $e = t \frac{C.V.}{\sqrt{n}}$ dove C.V. indica il coefficiente di variabilità, n il numero di alberi campionati e t è il t di Fisher. La formula consente

di scegliere un valore di n per cui il contenuto minerale medio degli alberi è definito con un errore probabile di e.

Noto in prima approssimazione il valore del coefficiente di variazione (C.V.) e fissato il valore dell'errore probabile (e) si ha la formula:

$$n = t^2 \frac{(C.V.)^2}{e^2} \text{ che dà una misura del campione con la precisione prescelta.}$$

4. Risultati

4.1. *Variazione del contenuto minerale in funzione della posizione dei rami nella chioma e della posizione delle foglie nei rami*

Sulla base dell'analisi della varianza dei dati relativi al contenuto minerale, le cui medie sono riportate nella Tab. 3, per ciascuna epoca considerata si può affermare quanto segue (Tab. 4):

4.1.1. *Azoto*

a) Rilevamento del 24 giugno (Fig. 5):

- l'effetto dovuto alla posizione dei rami nella chioma appare altamente significativo; gran parte della devianza viene però attribuita al confronto $R_1 + R_2$ vs $R_3 + R_4$ per cui gli altri due saggi R_1 vs R_2 ed R_3 vs R_4 non risultano significativi;
- l'effetto dovuto alla posizione delle foglie nei rami non è significativo così come nessuno dei confronti effettuati.

b) Rilevamento del 30 luglio (Fig. 6):

- sia per l'effetto rami sia per l'effetto foglie vengono confermati i risultati di cui al rilevamento precedente.

c) Rilevamento del 7 settembre (Fig. 7):

- per entrambi i fattori considerati viene riconfermato quanto osservato nei due rilievi precedenti.

Si può pertanto dire che, per tutto il periodo considerato, il contenuto in azoto risulta più elevato nelle foglie dei rami R_3 ed R_4 che

TAB. 2

PRECISIONE STATISTICA DEI METODI ANALITICI IMPIEGATI

Replicazione	Elemento (% della sostanza secca)				
	N	P	K	Ca	Na
1	1,895	0,187	1,927	3,785	0,0102
2	1,905	0,186	1,920	3,778	0,0103
3	1,915	0,186	1,891	3,748	0,0102
4	1,931	0,186	1,929	3,758	0,0097
5	1,928	0,188	1,904	3,778	0,0098
6	1,903	0,186	1,941	3,716	0,0099
7	1,926	0,185	1,926	3,735	0,0098
8	1,926	0,190	1,921	3,721	0,0098
9	1,956	0,183	1,914	3,744	0,0100
10	1,942	0,187	1,893	3,779	0,0101
11	1,939	0,189	1,936	3,672	0,0102
12	1,947	0,183	1,899	3,682	0,0099
13	1,938	0,184	1,915	3,731	0,0099
14	1,919	0,188	1,939	3,717	0,0103
15	1,910	0,185	1,896	3,726	0,0100
Totale	28,880	2,793	28,751	56,070	0,1501
Media	1,925	0,186	1,917	3,738	0,0100
Deviazione standard	0,017	0,002	0,016	0,034	1,98
Coefficiente di variaz. (%)	0,909	1,097	0,878	0,919	1,979
Errore	± 0,004	± 0,0005	± 0,004	± 0,008	± 0,516
Errore %	± 0,235	± 0,288	± 0,229	± 0,240	± 0,516

in quelle dei rami R_1 ed R_2 ma, nell'ambito dello stesso ramo, non presenta differenze significative tra le foglie dei brachiblasti e quelle dei macroblasti.

4.1.2. Fosforo

a) Rilevamento del 24 giugno (Fig. 8):

- l'effetto dovuto alla posizione dei rami è altamente significativo; la devianza relativa viene ripartita soprattutto tra i confronti R_1 vs R_2 ed $R_1 + R_2$ vs $R_3 + R_4$;
- l'effetto dovuto alla posizione delle foglie nei rami risulta significativo per $P = 0,05$ mentre altamente significativo risulta il confronto F_3 vs F_4 ;
- l'interazione $R \times F$ appare altamente significativa: il contenuto in fosforo cioè mostra

un andamento crescente dalle foglie dei rami più bassi verso quelle dei rami più alti, ma nell'ambito dei rami si registrano valori più elevati nei brachiblasti che nei macroblasti in R_1 ed in R_2 e viceversa in R_4 .

b) Rilevamento del 30 luglio (Fig. 9):

- l'effetto rami è altamente significativo e la devianza relativa viene essenzialmente ripartita tra i gruppi R_3 vs R_4 ed $R_1 + R_2$ vs $R_3 + R_4$;
- l'effetto foglie non appare significativo ma il confronto tra macroblasti e brachiblasti ($F_1 + F_2$ vs $F_3 + F_4$) raggiunge la significatività per $P = 0,05$.

c) Rilevamento del 7 settembre (Fig. 10):

- l'effetto rami appare altamente significativo e la relativa devianza viene utilizzata soprat-

TAB. 3

VARIAZIONI NEL TEMPO DEL CONTENUTO MEDIO (azoto, fosforo, potassio, calcio, sodio) DELLE FOGLIE (% della sostanza secca)
IN FUNZIONE DELLA LORO POSIZIONE SULLA PIANTA

Posizione dei rami nella chioma	Posizione delle foglie nel ramo	Date dei rilievi			Date dei rilievi			Date dei rilievi			Date dei rilievi			Date dei rilievi		
		24 giu.	30 lug.	7 sett.	24 giu.	30 lug.	7 sett.	24 giu.	30 lug.	7 sett.	24 giu.	30 lug.	7 sett.	24 giu.	30 lug.	7 sett.
		azoto			fosforo			potassio			calcio			sodio		
R ₁	F ₁	2,525	2,303	2,053	0,192	0,167	0,165	1,780	1,440	1,338	2,985	3,333	3,763	0,0120	0,0121	0,0189
	F ₂	2,565	2,338	2,152	0,198	0,172	0,172	1,800	1,512	1,375	3,205	3,667	3,928	0,0125	0,0134	0,0192
	F ₃	2,525	2,302	2,007	0,205	0,180	0,168	1,800	1,442	1,403	3,468	3,772	3,697	0,0134	0,0137	0,0192
	F ₄	2,540	2,282	2,072	0,213	0,185	0,173	1,860	1,510	1,488	3,525	3,830	3,785	0,0137	0,0142	0,0198
	Media	2,539	2,306	2,071	0,202	0,176	0,170	1,810	1,476	1,401	3,296	3,650	3,793	0,0129	0,0134	0,0193
R ₂	F ₁	2,557	2,282	2,092	0,200	0,175	0,173	1,798	1,480	1,365	3,096	3,407	3,655	0,0124	0,0127	0,0167
	F ₂	2,587	2,358	2,105	0,210	0,178	0,172	1,855	1,528	1,433	3,341	3,625	3,928	0,0126	0,0131	0,0170
	F ₃	2,570	2,227	2,095	0,217	0,185	0,185	1,785	1,478	1,408	3,391	3,615	3,917	0,0135	0,0137	0,0185
	F ₄	2,582	2,235	2,087	0,220	0,188	0,187	1,877	1,580	1,398	3,544	3,843	4,100	0,0135	0,0141	0,0188
	Media	2,574	2,275	2,095	0,212	0,182	0,179	1,829	1,517	1,401	3,344	3,622	3,900	0,0130	0,0134	0,0178
R ₃	F ₁	2,677	2,395	2,255	0,235	0,177	0,187	1,865	1,637	1,430	2,733	2,948	3,372	0,0104	0,0108	0,0149
	F ₂	2,655	2,350	2,287	0,230	0,190	0,183	1,898	1,635	1,458	3,171	3,347	3,748	0,0121	0,0128	0,0154
	F ₃	2,683	2,378	2,208	0,223	0,195	0,187	1,832	1,507	1,365	3,125	3,577	4,045	0,0122	0,0139	0,0180
	F ₄	2,698	2,337	2,265	0,247	0,190	0,187	1,907	1,580	1,412	3,246	3,873	4,368	0,0122	0,0143	0,0173
	Media	2,678	2,365	2,254	0,226	0,188	0,186	1,875	1,590	1,416	3,069	3,436	3,883	0,0117	0,0130	0,0164
R ₄	F ₁	2,765	2,437	2,260	0,250	0,205	0,195	1,967	1,740	1,532	2,666	2,855	3,032	0,0089	0,0110	0,0120
	F ₂	2,733	2,453	2,295	0,238	0,195	0,192	1,952	1,705	1,517	3,175	3,237	3,378	0,0106	0,0125	0,0141
	F ₃	2,705	2,428	2,300	0,227	0,197	0,187	1,927	1,592	1,405	3,058	3,522	3,855	0,0116	0,0140	0,0155
	F ₄	2,720	2,418	2,305	0,233	0,195	0,187	2,010	1,662	1,465	3,500	3,628	4,105	0,0131	0,0135	0,0166
	Media	2,731	2,434	2,290	0,237	0,198	0,190	1,964	1,675	1,480	3,100	3,310	3,592	0,0111	0,0127	0,0146
Media per le foglie	F ₁	2,631	2,354	2,165	0,219	0,181	0,180	1,852	1,574	1,416	2,870	3,136	3,455	0,0109	0,0117	0,0156
	F ₂	2,635	2,375	2,210	0,219	0,184	0,180	1,876	1,594	1,446	3,223	3,469	3,746	0,0120	0,0129	0,0164
	F ₃	2,621	2,334	2,152	0,218	0,189	0,182	1,836	1,504	1,395	3,260	3,621	3,878	0,0127	0,0138	0,0178
	F ₄	2,635	2,318	2,182	0,228	0,190	0,183	1,913	1,583	1,441	3,453	3,793	4,090	0,0131	0,0140	0,0181
Media generale		2,630	2,345	2,177	0,221	0,186	0,181	1,869	1,564	1,425	3,202	3,505	3,792	0,0122	0,0131	0,0170

TAB. 4

VALORI DELL'F RICAVALTI DALL'ANALISI DELLA VARIANZA DEI DATI RELATIVI AL CONTENUTO
(azoto, fosforo, potassio, calcio, sodio) DELLE FOGLIE

Data	Sorgenti di variazione	GL	N	P	K	Ca	Na	P = 0,01	P = 0,05	
24 giugno	Rami (R)	3	7,38 ++(*)	46,39++	8,07 ++	3,84 +	8,84 ++	2,72	4,04	
	R ₁ vs R ₂	1	0,56 n.s.	7,38 ++	0,30 n.s.	0,24 n.s.	0,07 n.s.	3,96	6,96	
	R ₃ vs R ₄	1	1,27 n.s.	0,89 n.s.	6,69 +	0,10 n.s.	2,15 n.s.	3,96	6,96	
	R ₁ +R ₂ vs R ₃ +R ₄	1	20,31 ++	130,89 ++	17,21 ++	11,74 ++	24,45 ++	3,96	6,96	
	Foglie (F)	3	0,04 n.s.	3,74 +	1,94 n.s.	11,96 ++	9,05 ++	2,72	4,04	
	F ₁ vs F ₂	1	0,008 n.s.	0,00 n.s.	0,48 n.s.	13,24 ++	5,35 +	3,96	6,96	
	F ₃ vs F ₄	1	0,09 n.s.	8,72 ++	5,15 +	3,96 +	0,99 n.s.	3,96	6,96	
	F ₁ +F ₂ vs F ₃ +F ₄	1	0,02 n.s.	2,52 n.s.	0,18 n.s.	20,49 ++	20,98 ++	3,96	6,96	
	Interazione R × F	9	0,10 n.s.	3,54 ++	0,15 n.s.	0,53 n.s.	0,94 n.s.	1,99	2,64	
	Errore	80								
	Totale	95								
	30 luglio	Rami (R)	3	5,35 ++	8,61 ++	13,62 ++	4,36 ++	1,43 n.s.	2,72	4,04
		R ₁ vs R ₂	1	-0,52 n.s.	1,64 n.s.	1,49 n.s.	0,06 n.s.	0,01 n.s.	3,96	6,96
R ₃ vs R ₄		1	2,61 n.s.	4,82 +	6,45 +	1,34 n.s.	0,42 n.s.	3,96	6,96	
R ₁ +R ₂ vs R ₃ +R ₄		1	12,90 ++	19,36 ++	32,93 ++	11,68 ++	3,92 n.s.	3,96	6,96	
Foglie (F)		3	0,67 n.s.	1,75 n.s.	2,95 +	13,18 ++	15,77 ++	2,72	4,04	
F ₁ vs F ₂		1	0,24 n.s.	0,41 n.s.	0,39 n.s.	9,35 ++	11,43 ++	3,96	6,96	
F ₃ vs F ₄		1	1,14 n.s.	0,00 n.s.	5,48 +	2,51 n.s.	0,26 n.s.	3,96	6,96	
F ₁ +F ₂ vs F ₃ +F ₄		1	1,64 n.s.	4,84 +	2,98 n.s.	27,69 ++	36,40 ++	3,96	6,96	
Interazione R × F		9	0,24 n.s.	0,94 n.s.	0,77 n.s.	0,56 n.s.	0,84 n.s.	1,99	2,64	
Errore		80								
Totale	95									
7 settembre	Rami (R)	3	36,35 ++	7,26 ++	2,68 n.s.	2,91 +	32,64 ++	2,72	4,04	
	R ₁ vs R ₂	1	0,84 n.s.	4,20 +	0,00 n.s.	0,83 n.s.	9,03 ++	3,96	6,96	
	R ₃ vs R ₄	1	1,95 n.s.	0,79 n.s.	3,85 n.s.	6,18 +	13,34 ++	3,96	6,96	
	R ₁ +R ₂ vs R ₃ +R ₄	1	106,26 ++	16,78 ++	4,18 +	1,73 n.s.	72,42 ++	3,96	6,96	
	Foglie (F)	3	1,87 n.s.	0,27 n.s.	1,05 n.s.	10,30 ++	11,09 ++	2,72	4,04	
	F ₁ vs F ₂	1	2,95 n.s.	0,00 n.s.	0,84 n.s.	6,16 +	2,54 n.s.	3,96	6,96	
	F ₃ vs F ₄	1	1,30 n.s.	0,13 n.s.	1,98 n.s.	3,26 n.s.	0,40 n.s.	3,96	6,96	
	F ₁ +F ₂ vs F ₃ +F ₄	1	1,19 n.s.	0,67 n.s.	0,32 n.s.	21,47 ++	29,28 ++	3,96	6,96	
	Interazione R × F	9	0,69 n.s.	0,62 n.s.	1,20 n.s.	2,10 +	1,33 n.s.	1,99	2,64	
	Errore	80								
Totale	95									

(*) n.s. = non significativo.

+ = significativo per P = 0,05.

++ = significativo per P = 0,01.

tutto per i confronti R_1 vs R_2 ed $R_1 + R_2$ vs $R_3 + R_4$;

– l'effetto foglie non è significativo e neanche i saggi previsti.

Sulla base di quanto sopra esposto, si può affermare quindi che il contenuto in fosforo delle foglie mostra livelli crescenti dai rami bassi verso quelli apicali in tutte le epoche considerate. Limitatamente alla prima data in R_1 ed R_2 esso risulta più elevato nei brachiblasti che nei macroblasti e viceversa in R_4 .

1.3. Potassio

) Rilevamento del 24 giugno (Fig. 11):

– l'effetto rami appare altamente significativo e la relativa devianza si ripartisce quasi totalmente tra i confronti R_3 vs R_4 ed $R_1 + R_2$ vs $R_3 + R_4$;

– l'effetto foglie non risulta significativo, ciò nonostante lo è il confronto F_3 vs F_4 .

Il contenuto in potassio risulta pertanto crescente con la quota a cui sono inseriti i rami del fusto e, nell'ambito dei brachiblasti, presenta valori più bassi nelle foglie F_3 che nelle F_4 .

) Rilevamento del 30 luglio (Fig. 12):

– analogamente a quanto rilevato alla data precedente, l'effetto ramo è altamente significativo e la relativa devianza si ripartisce quasi totalmente tra i confronti R_3 vs R_4 ed $R_1 + R_2$ vs $R_3 + R_4$;

– l'effetto foglie risulta significativo e così pure il confronto F_3 vs F_4 .

Viene quindi riconfermato l'andamento del contenuto in potassio delle foglie rilevato il 24 giugno.

) Rilevamento del 7 settembre (Fig. 13):

– l'effetto rami non appare significativo al livello di probabilità del 5 %, ma certamente raggiunge quello del 6 % (F_c 2,68 contro F_1 2,72) ed il confronto $F_1 + F_2$ vs $F_3 + F_4$ è chiaramente significativo;

– l'effetto foglie non è significativo e così pure nessuno dei tre confronti effettuati.

Ciò significa che in settembre il contenuto in potassio delle foglie presenta un andamento analogo a quello rilevato nei mesi precedenti ma con differenze meno marcate o non significative ai livelli di probabilità prescelti.

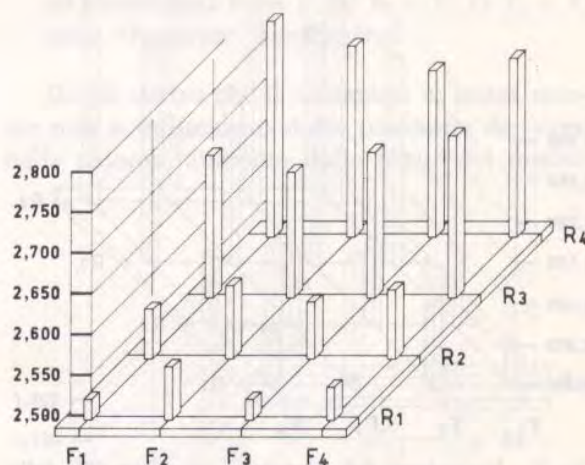


Fig. 5 - Variazione del contenuto in azoto (% della sostanza secca) delle foglie (prelevate il 24 giugno) in funzione della loro posizione nei macroblasti (F_1 , F_2) e nei brachiblasti (F_3 , F_4) dei quattro rami della chioma considerati (R_1 , R_2 , R_3 , R_4).

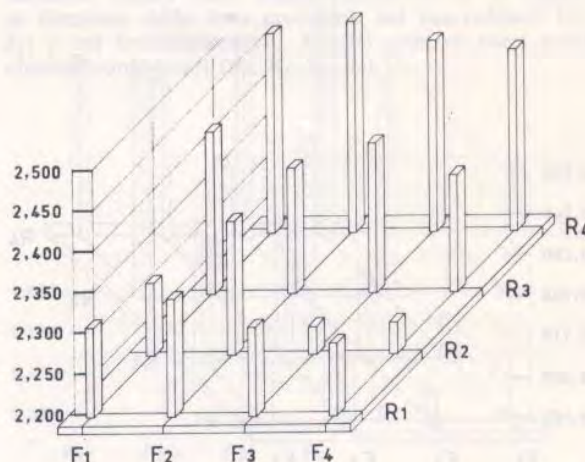


Fig. 6 - Variazione del contenuto in azoto (% della sostanza secca) delle foglie (prelevate il 30 luglio) in funzione della loro posizione nei macroblasti (F_1 , F_2) e nei brachiblasti (F_3 , F_4) dei quattro rami della chioma considerati (R_1 , R_2 , R_3 , R_4).

4.1.4. Calcio

a) Rilevamento del 24 giugno (Fig. 14):

- l'effetto dovuto alla posizione dei rami nella chioma è significativo e nella scomposizione della devianza gran parte di questa viene assorbita dal confronto $R_1 + R_2$ vs $R_3 + R_4$;

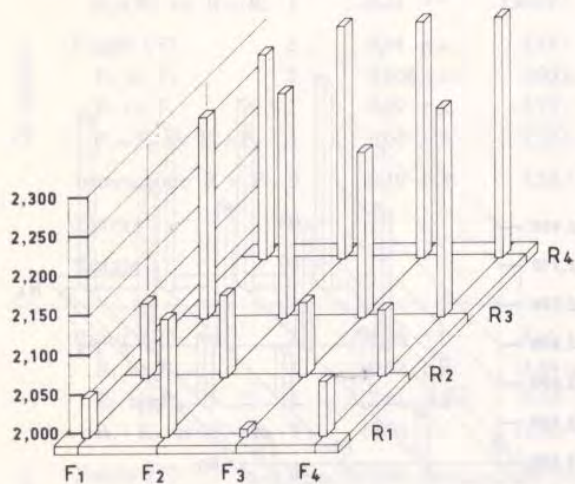


Fig. 7 - Variazione del contenuto in azoto (% della sostanza secca) delle foglie (prelevate il 7 settembre) in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) dei quattro rami della chioma considerati (R₁, R₂, R₃, R₄).

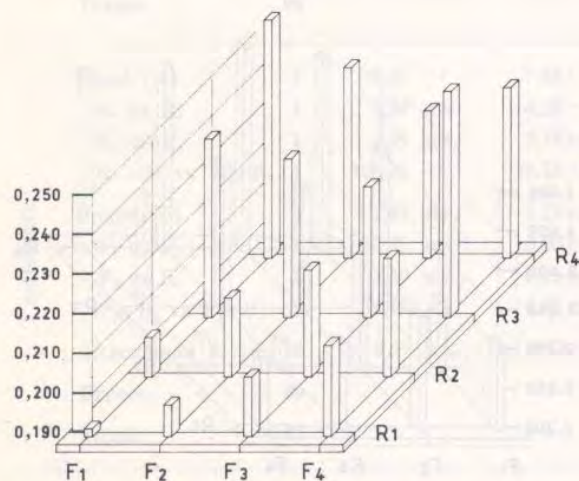


Fig. 8 - Variazione del contenuto in fosforo (% della sostanza secca) delle foglie (prelevate il 24 giugno) in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) dei quattro rami della chioma considerati (R₁, R₂, R₃, R₄).

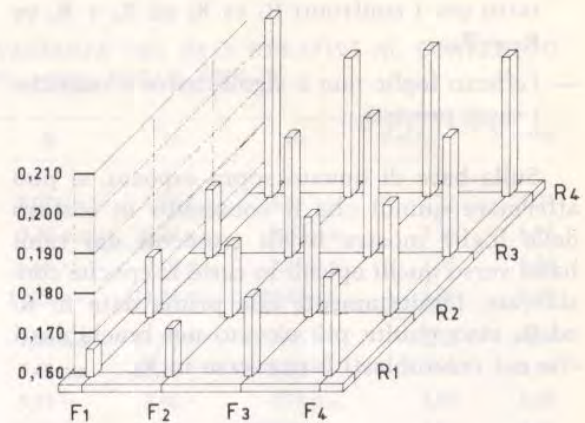


Fig. 9 - Variazione del contenuto in fosforo (% della sostanza secca) delle foglie (prelevate il 30 luglio) in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) dei quattro rami della chioma considerati (R₁, R₂, R₃, R₄).

- l'effetto dovuto alla posizione delle foglie nel ramo risulta altamente significativo così come i confronti F_1 vs F_2 ed $F_1 + F_2$ vs $F_3 + F_4$; il confronto F_3 vs F_4 è significativo soltanto al livello del 5 %.

b) Rilevamento del 30 luglio (Fig. 15):

- sostanzialmente viene riconfermato quanto rilevato dal campionamento del 24 giugno sia a livello del fattore rami sia a quello del fattore foglie.

c) Rilevamento del 7 settembre (Fig. 16):

- l'effetto rami è significativo e gran parte della sua devianza viene assorbita dal confronto R_3 vs R_4 ;
- l'effetto foglie mostra un andamento sostanzialmente analogo a quello rilevato nelle due epoche precedenti, salvo una interazione significativa tra rami e foglie.

Si può quindi affermare che in tutto il periodo vegetativo considerato il contenuto in calcio delle foglie aumenta dai rami più giovani ai più vecchi, è più elevato nei brachiblasti che nei macroblasti e, in particolare, in questi ultimi, cresce dalle foglie apicali a quelle basali.

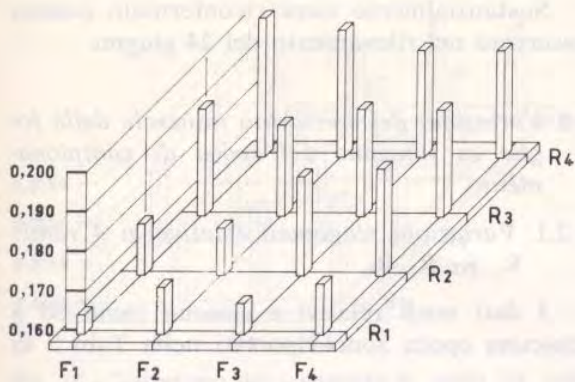


Fig. 10 - Variazione del contenuto in fosforo (% della sostanza secca) delle foglie (prelevate il 7 settembre) in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) dei quattro rami della chioma considerati (R₁, R₂, R₃, R₄).

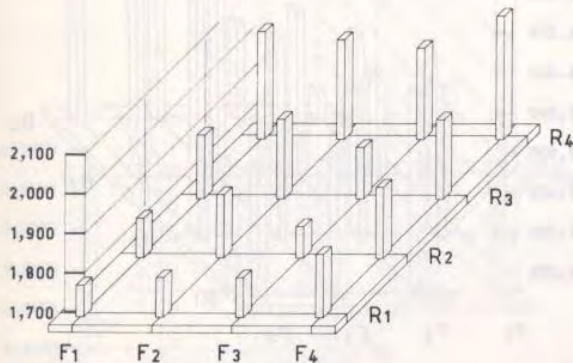


Fig. 11 - Variazione del contenuto in potassio (% della sostanza secca) delle foglie (prelevate il 24 giugno) in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) dei quattro rami della chioma considerati (R₁, R₂, R₃, R₄).

4.1.5. Sodio

a) Rilevamento del 24 giugno (Fig. 17):

- l'effetto dovuto ai rami ed il confronto R₁ + R₂ vs R₃ + R₄ risultano altamente significativi;
- l'effetto dovuto alle foglie ed il confronto F₁ + F₂ vs F₃ + F₄ appaiono altamente significativi; significativo è anche il confronto F₁ vs F₂.

Se ne deduce che il contenuto in sodio, analogamente al tenore in calcio, aumenta dalle

foglie del ramo più giovane (R₄) a quelle delle branche più vecchie (R₁), è più elevato nelle foglie dei brachiblasti che in quelle dei macroblasti e, in questi ultimi, aumenta dalle foglie apicali a quelle basali.

b) Rilevamento del 30 luglio (Fig. 18):

- l'effetto dovuto alla posizione dei rami ed i vari confronti non risultano significativi;
- l'effetto dovuto alla posizione delle foglie ed i confronti F₁ vs F₂ ed F₁ + F₂ vs F₃ + F₄ sono altamente significativi.

Da ciò deriva che il contenuto in sodio, mentre non è influenzato dalla posizione dei rami nella chioma, aumenta dalle foglie dei macro-

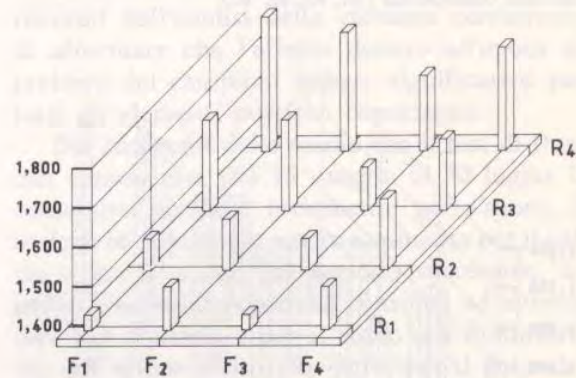


Fig. 12 - Variazione del contenuto in potassio (% della sostanza secca) delle foglie (prelevate il 30 luglio) in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) dei quattro rami della chioma considerati (R₁, R₂, R₃, R₄).

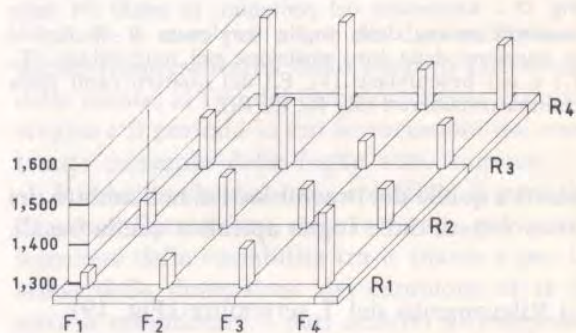


Fig. 13 - Variazione del contenuto in potassio (% della sostanza secca) delle foglie (prelevate il 7 settembre) in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) dei quattro rami della chioma considerati (R₁, R₂, R₃, R₄).

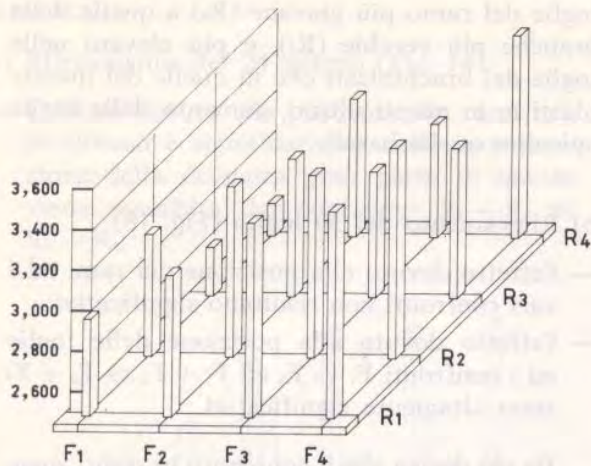


Fig. 14 - Variazione del contenuto in calcio (% della sostanza secca) delle foglie (prelevate il 24 giugno) in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) dei quattro rami della chioma considerati (R₁, R₂, R₃, R₄).

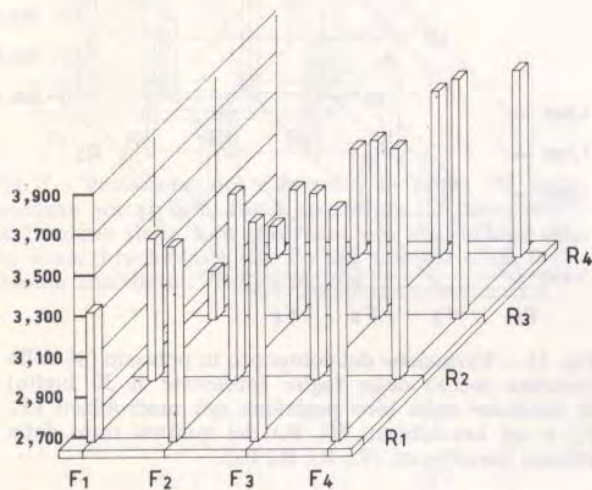


Fig. 15 - Variazione del contenuto in calcio (% della sostanza secca) delle foglie (prelevate il 30 luglio) in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) dei quattro rami della chioma considerati (R₁, R₂, R₃, R₄).

blasti a quelle dei brachiblasti e, nell'ambito dei macroblasti, dalle foglie apicali a quelle basali.

c) Rilevamento del 7 settembre (Fig. 19):

- l'effetto rami e tutti i confronti appaiono altamente significativi;
- l'effetto foglie ed i confronti F₁ + F₂ vs F₃ + F₄ sono altamente significativi.

Sostanzialmente viene riconfermato quanto osservato nel rilevamento del 24 giugno.

4.2 Variazioni del contenuto minerale delle foglie in funzione dell'epoca di campionamento

4.2.1. Variazioni stagionali relative ai 4 rami: R₁, R₂, R₃, R₄

I dati medi relativi a ciascun ramo ed a ciascuna epoca sono riportati nella Tab. 5 in

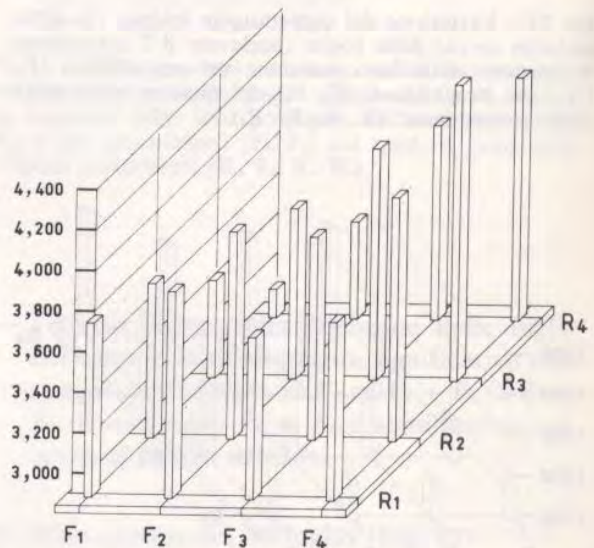


Fig. 16 - Variazione del contenuto in calcio (% della sostanza secca) delle foglie (prelevate il 7 settembre) in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) dei quattro rami della chioma considerati (R₁, R₂, R₃, R₄).

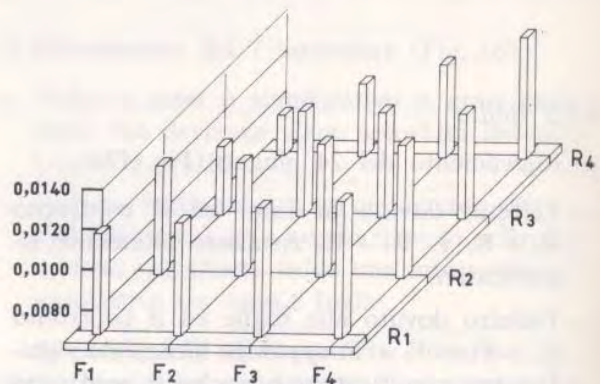


Fig. 17 - Variazione del contenuto in sodio (% della sostanza secca) delle foglie (prelevate il 24 giugno) in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) dei quattro rami della chioma considerati (R₁, R₂, R₃, R₄).

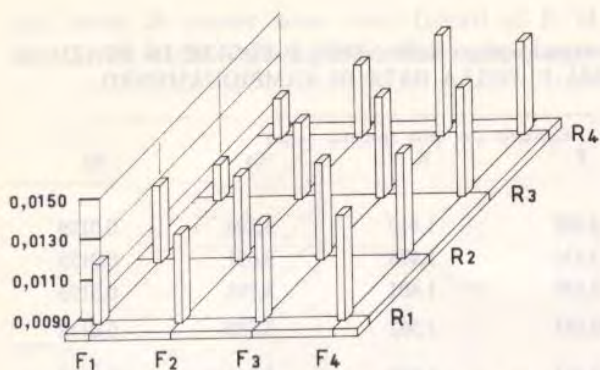


Fig. 18 - Variazione del contenuto in sodio (% della sostanza secca) delle foglie (prelevate il 30 luglio) in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) dei quattro rami della chioma considerati (R₁, R₂, R₃, R₄).

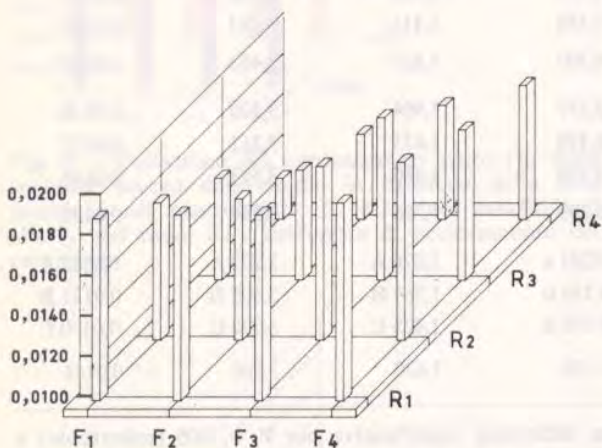


Fig. 19 - Variazione del contenuto in sodio (% della sostanza secca) delle foglie (prelevate il 7 settembre) in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) dei quattro rami della chioma considerati (R₁, R₂, R₃, R₄).

cui figurano anche i confronti con il test di Duncan.

Dai confronti dei valori dell'F si può dire quanto segue:

- l'effetto dovuto all'epoca di prelevamento dei campioni risulta altamente significativo per tutti gli elementi chimici considerati;
- l'effetto dovuto alla posizione dei rami nella chioma risulta altamente significativo per l'azoto, il fosforo, il potassio ed il sodio, mentre non raggiunge la significatività ($P = 0,05$) per il calcio.

Dai confronti delle medie relative alle tre epoche di campionamento, effettuati con il test di Duncan, emerge che mentre le differenze tra i dati del 24 giugno e quelli del 30 luglio sono altamente significative per tutti gli elementi, quelle tra i dati del 30 luglio e del 7 settembre, pur risultando ancora significative per l'N, il K, il Ca ed il Na, sono di entità molto più modesta e, addirittura, non significative per il fosforo.

Da quanto sopra esposto appare che mentre il contenuto in azoto, fosforo e potassio diminuisce, quello in calcio ed in sodio aumenta per tutto il periodo considerato.

4.2.2. Variazioni stagionali relative al ramo R₄: F₁, F₂, F₃, F₄ (Figg. 20, 21, 22, 23, 24)

Le medie sono riportate nella Tab. 6 ed i risultati dell'analisi della varianza consentono di affermare che l'effetto dovuto all'epoca di prelievo dei campioni appare significativo per tutti gli elementi nutritivi considerati.

Dai confronti delle medie con il test di Duncan appare che, dal 15 maggio al 30 luglio, il contenuto decresce fortemente per l'azoto, il fosforo ed il potassio, mentre aumenta per il calcio e per il sodio; nel periodo successivo, da luglio a settembre, mentre continua ad aumentare per il calcio e per il sodio e a diminuire, ma con ritmo molto più lento, per il potassio, non varia significativamente per l'azoto e per il fosforo.

4.3. Variabilità tra le piante e stima della dimensione del campione

Come è noto per avere dei dati sufficientemente rappresentativi dello stato di nutrizione delle piante, ai fini del campionamento occorre scegliere il periodo in cui le variazioni del contenuto minerale delle foglie sono minime.

Poiché, anche nel caso specifico, il periodo di minor fluttuazione cade in estate, per la valutazione della variabilità tra le piante e per la stima della dimensione del campione ci si limita a considerare i dati relativi ai campioni prelevati il 30 luglio, data alla quale la pianta è in piena attività vegetativa e la massa fogliare è in gran parte costituita da foglie fisiologicamente mature, fatta eccezione per quelle api-

TAB. 5

VARIAZIONI DEL CONTENUTO MEDIO (azoto, fosforo, potassio, calcio, sodio) DELLE FOGLIE IN FUNZIONE DELLA POSIZIONE DEI RAMI NELLA CHIOMA E DELLA DATA DI CAMPIONAMENTO

Posizione dei rami nella chioma	Data dei rilievi	Elemento (% della sostanza secca)				
		N	P	K	Ca	Na
R ₁	24 giugno	2,539	0,202	1,810	3,296	0,0129
	30 luglio	2,306	0,176	1,476	3,651	0,0133
	7 settembre	2,071	0,170	1,401	3,793	0,0193
	Media	2,305	0,183	1,562	3,580	0,0152
R ₂	24 giugno	2,574	0,212	1,829	3,343	0,0130
	30 luglio	2,275	0,182	1,517	3,623	0,0134
	7 settembre	2,095	0,179	1,401	3,900	0,0177
	Media	2,315	0,191	1,582	3,622	0,0147
R ₃	24 giugno	2,678	0,234	1,876	3,069	0,0117
	30 luglio	2,365	0,188	1,590	3,436	0,0129
	7 settembre	2,254	0,186	1,416	3,883	0,0164
	Media	2,432	0,203	1,627	3,463	0,0137
R ₄	24 giugno	2,731	0,237	1,964	3,100	0,0110
	30 luglio	2,434	0,198	1,675	3,311	0,0127
	7 settembre	2,290	0,190	1,480	3,593	0,0146
	Media	2,485	0,209	1,706	3,334	0,0128
Media per le epoche	24 giugno	2,630 A*	0,221 a	1,870 A	3,202 A	0,0122 A
	30 luglio	2,345 B	0,186 b	1,564 B	3,505 B	0,0131 B
	7 settembre	2,177 C	0,181 b	1,425 C	3,792 C	0,0170 C
Media generale		2,384	0,196	1,620	3,500	0,0141

* I valori contrassegnati con lettere diverse presentano differenze significative per $P = 0,05$ (minuscole) e per $P = 0,01$ (maiuscole) secondo il test di Duncan.

cali dei macroblasti ancora in fase di accrescimento e che per tale motivo non sono state considerate.

Va subito detto che la variabilità tra le piante a livello delle foglie basali o di quelle apicali dei macroblasti e dei brachiblasti non è stata saggiata in quanto esse, per i tre principali elementi della fertilità (N, P, K), non presentano differenze significative e di conseguenza, ai fini del calcolo del coefficiente di variazione, si è considerata la media del loro contenuto: $(F_1 + F_2)/2$; $(F_3 + F_4)/2$. Anche dal punto di vista pratico non vale la pena di raccogliere e di analizzarle separatamente ma possono essere riunite, rispettando opportune proporzioni, in un campione unico riducendo il lavoro di

analisi, a meno che non si tratti di ricerche con particolari esigenze o di elementi diversi da quelli studiati.

La variabilità tra le piante è stata così valutata sulla base dei valori medi, ottenuti nel modo indicato, delle foglie dei macroblasti (Tab. 7) e di quelle dei brachiblasti (Tab. 8) considerati sia separatamente sia globalmente (Tab. 9) per ciascuno dei rami oggetto del campionamento (R₁, R₂, R₃, R₄) e a livello dell'intera chioma $(R_1 + R_2 + R_3 + R_4)/4$. Ciò allo scopo di cercare la soluzione che consenta di ridurre al minimo il numero di alberi da campionare contenendo l'errore entro limiti prestabiliti con un livello di probabilità del 5 %.

Nelle operazioni di calcolo qui effettuate

tali limiti di errore sono stati fissati al 5, al 10 e al 20 % del valore medio della popolazione.

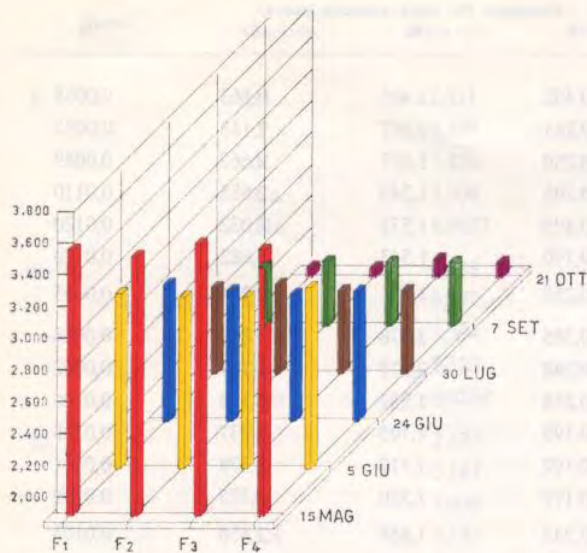


Fig. 20 - Variazione del contenuto in azoto (% della sostanza secca) delle foglie in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) del ramo R₄ e dell'epoca di prelievo dei campioni.

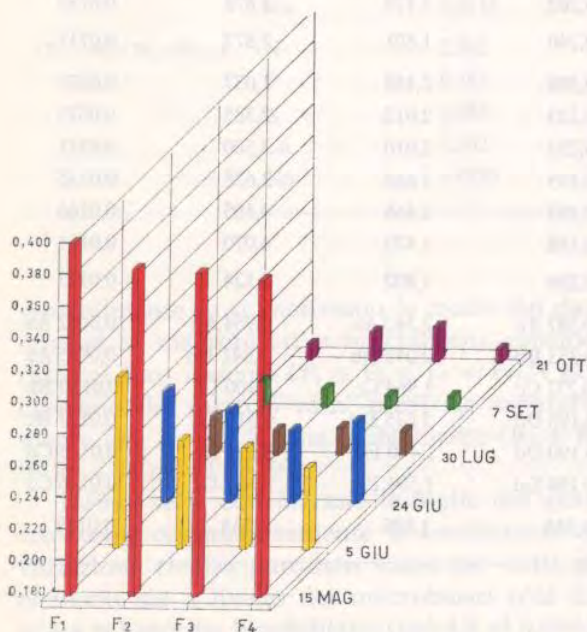


Fig. 21 - Variazione del contenuto in fosforo (% della sostanza secca) delle foglie in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) del ramo R₄ e dell'epoca di prelievo dei campioni.

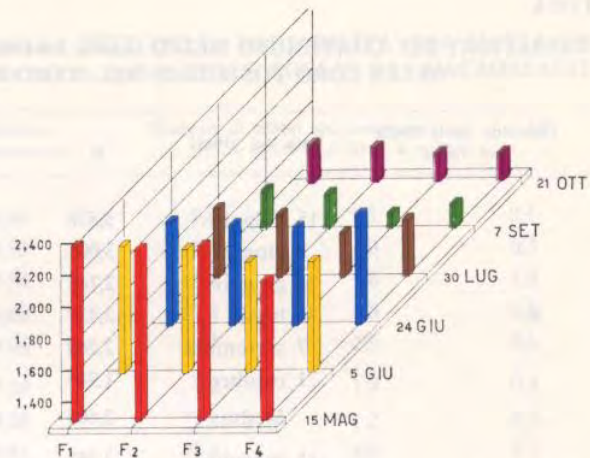


Fig. 22 - Variazione del contenuto in potassio (% della sostanza secca) delle foglie in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) del ramo R₄ e dell'epoca di prelievo dei campioni.

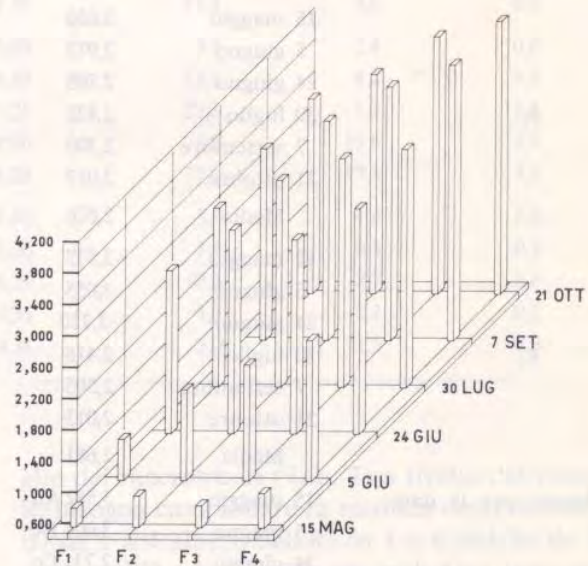


Fig. 23 - Variazione del contenuto in calcio (% della sostanza secca) delle foglie in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) del ramo R₄ e dell'epoca di prelievo dei campioni.

ne degli alberi, ritenendo le prime due percentuali adatte per ricerche di una certa accuratezza e l'ultima per indagini ordinarie.

Lo studio della variabilità tra le piante ha messo in evidenza che, se si considerano i rami

TAB. 6

VARIAZIONI DEL CONTENUTO MEDIO (azoto, fosforo, potassio, calcio, sodio) DELLE FOGLIE IN FUNZIONE DELLA LORO POSIZIONE NEL RAMO R_i E DELLE DATE DI CAMPIONAMENTO

Posizione delle foglie nel ramo	Data dei rilievi	Elemento (% della sostanza secca)				
		N	P	K	Ca	Na
F ₁	15 maggio	3,578	0,402	2,405	0,863	0,0058
	5 giugno	3,007	0,288	2,097	1,143	0,0051
	24 giugno	2,765	0,250	1,967	2,667	0,0089
	30 luglio	2,437	0,205	1,740	2,855	0,0110
	7 settembre	2,260	0,195	1,532	3,032	0,0120
	21 ottobre	1,945	0,190	1,543	3,082	0,0128
	Media	2,665	0,255	1,881	2,274	0,0093
F ₂	15 maggio	3,543	0,385	2,378	1,017	0,0058
	5 giugno	2,980	0,248	2,075	1,767	0,0062
	24 giugno	2,733	0,238	1,952	3,175	0,0106
	30 luglio	2,453	0,195	1,705	3,237	0,0125
	7 settembre	2,295	0,192	1,517	3,378	0,0141
	21 ottobre	1,948	0,197	1,520	3,375	0,0140
	Media	2,659	0,243	1,858	2,658	0,0105
F ₃	15 maggio	3,630	0,383	2,395	0,878	0,0064
	5 giugno	2,973	0,243	2,010	2,070	0,0070
	24 giugno	2,705	0,226	1,927	3,058	0,0116
	30 luglio	2,428	0,197	1,592	3,522	0,0140
	7 settembre	2,300	0,187	1,405	3,855	0,0156
	21 ottobre	2,017	0,202	1,478	3,878	0,0155
	Media	2,676	0,240	1,801	2,877	0,0117
F ₄	15 maggio	3,577	0,380	2,188	1,057	0,0070
	5 giugno	3,055	0,233	2,012	2,385	0,0079
	24 giugno	2,720	0,233	2,010	3,500	0,0131
	30 luglio	2,418	0,195	1,662	3,628	0,0135
	7 settembre	2,305	0,187	1,465	4,105	0,0166
	21 ottobre	2,013	0,188	1,473	4,070	0,0161
	Media	2,681	0,236	1,802	3,124	0,0123
Media per le date	15 maggio	3,582 Aa	0,387 Aa	2,342 Aa	0,954 Aa	0,0062 Aa
	5 giugno	3,004 Bb	0,253 Bb	2,048 Bb	1,841 Bb	0,0065 Aa
	24 giugno	2,731 Cc	0,237 Cc	1,964 Cc	3,100 Cc	0,0110 Bb
	30 luglio	2,434 Dd	0,198 Dd	1,675 Dd	3,310 Cd	0,0127 Bc
	7 settembre	2,290 Dd	0,190 Dd	1,480 Ee	3,592 De	0,0146 Cd
	21 ottobre	1,981 Ee	0,194 Dd	1,504 Ee	3,601 De	0,0146 Cd
Media generale		2,670	0,243	1,835	2,733	0,0110

singolarmente, il coefficiente di variazione si mantiene su valori relativamente modesti fatta eccezione per i macroblasti (Tab. 7) del ramo R₃ a livello del calcio ed R₄ a livello del calcio

e del sodio, e per i brachiblasti (Tab. 8) dell'R₃ per il fosforo e dell'R₄ per il sodio, nei quali esso raggiunge le punte più elevate.

La variabilità tra le piante non diminuisce

STIMA DEL NUMERO DI CAMPIONI DA PRELEVARE SULLA BASE DELLA VARIABILITA' TRA LE PIANTE RILEVATA NEL CONTENUTO (azoto, fosforo, potassio, calcio, sodio) DELLE FOGLIE DEI MACROBLASTI

Ramo	Elemento		Coefficiente di variazione %	Numero di alberi da campionare per $P = 0,05$		
	Simbolo	Media (%)		$e = 5\%$	$e = 10\%$	$e = 20\%$
R ₁	N	2,321	4,66	5,8	1,5	0,4
	P	0,169	3,93	4,1	1,0	0,3
	K	1,476	7,54	15,0	3,8	1,0
	Ca	3,500	6,68	11,8	3,0	0,8
	Na	0,0127	6,06	9,7	2,5	0,6
R ₂	N	2,320	3,89	4,0	1,0	0,3
	P	0,177	4,26	4,8	1,2	0,3
	K	1,504	9,41	23,4	6,0	1,5
	Ca	3,520	8,66	20,0	5,0	1,3
	Na	0,0129	6,52	11,2	2,8	0,7
R ₃	N	2,373	4,71	5,8	1,5	0,4
	P	0,184	4,98	6,5	1,7	0,4
	K	1,636	4,66	5,7	1,5	0,3
	Ca	3,147	18,64	91,8	23,0	5,8
	Na	0,0118	7,39	14,4	3,6	0,9
R ₄	N	2,445	6,05	9,7	2,4	0,6
	P	0,200	8,37	18,5	4,7	1,2
	K	1,722	9,25	22,6	5,7	1,4
	Ca	3,046	17,20	78,2	19,6	4,9
	Na	0,0118	16,28	70,0	17,5	4,4
(R ₁ +R ₂ +R ₃ +R ₄)/4	N	2,365	4,63	5,6	1,4	0,4
	P	0,182	2,26	1,4	0,4	0,1
	K	1,584	6,39	10,8	2,7	0,6
	Ca	3,302	4,31	4,9	1,2	0,3
	Na	0,0133	4,38	5,0	1,3	0,3

sensibilmente se si analizzano le medie dei dati relativi ai macroblasti e brachiblasti considerati nel loro insieme $(F_1 + F_2 + F_3 + F_4)/4$ per ciascuno dei quattro rami presi sia separatamente (R₁, R₂, R₃, R₄) sia globalmente $(R_1 + R_2 + R_3 + R_4)/4$ (Tab. 9).

Infine, se si considerano le foglie dei quattro rami, complessivamente il coefficiente di variazione risulta piuttosto basso per tutti gli elementi sia a livello dei macroblasti (dal 2,2 al 6,4 %) che dei brachiblasti (dal 4,5 al 6,6 %).

Passando alla stima del numero di alberi da cui prelevare le foglie, assumendo un errore del 10 % del valore medio della popolazione ed un livello di probabilità del 5 %, scegliendo le fo-

glie dei macroblasti (Tab. 7) a livello del ramo R₁ bisogna campionare (a seconda degli elementi) da 1 a 4 alberi, dell'R₂ da 1 a 6, dell'R₃ da 2 a 23, dell'R₄ da 3 a 20 per includere tutti gli elementi considerati. Se, invece, si escludono il Ca ed il Na e si considerano soltanto l'N, il P ed il K, allora anche per i rami R₃ ed R₄ bastano rispettivamente 2 e da 3 a 6 alberi. Scegliendo le foglie dei macroblasti di tutti e quattro i rami il numero di alberi da campionare va da 1 a 3 includendo tutti gli elementi considerati.

Per le foglie dei brachiblasti (Tab. 8), assumendo lo stesso errore e la stessa probabilità, il numero di alberi viene stimato da 1 a 5 per l'R₁, da 1 a 4 per l'R₂, da 3 a 10 per l'R₃, da 2

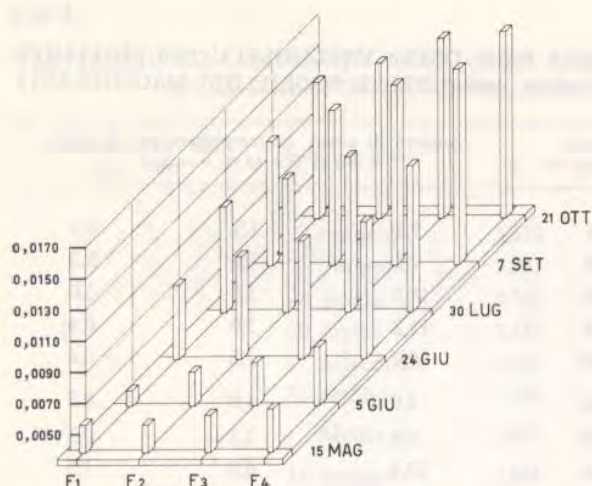


Fig. 24 - Variazioni del contenuto in sodio (% della sostanza secca) delle foglie in funzione della loro posizione nei macroblasti (F₁, F₂) e nei brachiblasti (F₃, F₄) del ramo R₄ e dell'epoca di prelievo dei campioni.

a 11 per l'R₄ e da 2 a 3 per tutti e quattro i rami presi complessivamente.

Infine, nel caso dei macroblasti e dei brachiblasti considerati nel loro insieme (Tab. 9) il numero di alberi stimato nell'ambito di ciascun ramo va da 1 a 4 per l'R₁, da 1 a 4 per l'R₂, da 2 a 10 per l'R₃, da 1 a 11 per l'R₄ e soltanto da 1 a 2 se i campioni vengono prelevati da tutti e quattro i rami complessivamente. Va però sottolineato che la raccolta di foglie dai macroblasti e dai brachiblasti di tutti e quattro i rami costituirebbe una scelta poco pratica per cui si ritiene più opportuno adottare soluzioni che prevedono il prelievo di campioni da un settore limitato della chioma.

In tal senso i rami R₁ ed R₂, posti nella parte più bassa della chioma, risultano i più idonei e la raccolta delle foglie può essere limitata ai soli macroblasti o ai soli brachiblasti in quanto il prelievo da entrambi non consente di ridurre sostanzialmente il numero di campioni che oscilla da 2 a 5 alberi. La scelta dei rami più bassi (R₁ o R₂) risulterebbe conveniente anche dal punto di vista pratico in quanto essi sono più facilmente accessibili. Considerando però che detti rami sono i primi ad essere recisi con

le potature e che quindi in piante di 4 o 5 anni non sempre sarebbero disponibili, si è ritenuto opportuno di cercare delle soluzioni alternative. Ciò anche in considerazione di motivi di ordine fisiologico. In particolare, l'R₁ è rivestito in massima parte da brachiblasti le cui foglie, sia per l'età media più avanzata sia per scarsa illuminazione o per attacchi di *Marssonina*, cadono più precocemente di quelle dei macroblasti che caratterizzano soprattutto l'R₃ e l'R₄.

L'attenzione sui germogli di questi ultimi rami viene attirata anche dal fatto che essi rappresentano la sede di foglie più sviluppate e, certamente, di più intensa attività metabolica il che spiegherebbe, a nostro avviso, anche la maggiore variabilità tra le piante registrata in particolare per il calcio e per il sodio. L'ostacolo dovuto a questa maggiore variabilità può però essere superato abbastanza facilmente considerando il contenuto medio dei macroblasti di entrambi i rami (R₃ ed R₄) in quanto, così facendo, il coefficiente di variazione per l'N, il P ed il K non varia sensibilmente e quello per il Ca si riduce al 6,8 %.

La stima del numero dei campioni per P = 0,05 e per un errore del 10 % del valore medio, per i 4 elementi sopra citati, va da 1 a 5 alberi (Tab. 10). Da entrambi i rami basterà prelevare un solo campione di foglie raccogliendole dalla parte mediana dei germogli, sia per scartare con ancora maggior margine di sicurezza le foglie dei macroblasti in fase di attiva crescita per distensione, sia per ovviare all'eventuale inconveniente di una precoce caduta di quelle basali.

Questa seconda soluzione, rispetto alla prima, appare egualmente proponibile anche se, sul piano pratico, può risultare meno agevole prelevare le foglie salendo ad un'altezza maggiore. D'altra parte sul piano fisiologico è molto importante, a nostro avviso, fare riferimento al settore della chioma dove la concentrazione dei tre principali elementi nutritivi (N, P, K) è di norma la massima per avere delle indicazioni sullo stato di nutrizione della pianta ed in particolare per stabilire, ad esempio, la soglia di carenza.

Per le piante della nostra esperienza, dato anche il sostenuto ritmo di crescita, il livello della concentrazione dei vari elementi può essere ritenuto buono e non molto lontano da quello ottimale.

STIMA DEL NUMERO DI ALBERI DA CUI PRELEVARE I CAMPIONI SULLA BASE DELLA VARIABILITA' TRA LE PIANTE RILEVATA NEL CONTENUTO (azoto, fosforo, potassio, calcio, sodio) DELLE FOGLIE DEI BRACHIBLASTI

Ramo	Elemento		Coefficiente di variazione %	Numero di alberi da campionare per $P = 0,05$		
	Simbolo	Media (%)		$e = 5 \%$	$e = 10 \%$	$e = 20 \%$
R ₁	N	2,292	7,24	13,8	3,5	0,9
	P	0,182	6,19	10,1	2,5	0,7
	K	1,476	8,87	20,8	5,2	1,3
	Ca	3,800	5,81	9,0	2,3	0,6
	Na	0,0140	3,09	2,5	0,7	0,2
R ₂	N	2,231	6,30	10,5	2,6	0,7
	P	0,187	6,26	10,4	2,6	0,7
	K	1,529	4,24	4,7	1,2	0,3
	Ca	3,729	7,32	14,1	3,6	0,9
	Na	0,0139	3,54	3,3	0,8	0,4
R ₃	N	2,357	6,76	12,1	3,0	0,8
	P	0,192	12,48	41,2	10,3	2,6
	K	1,543	5,58	8,2	2,1	0,5
	Ca	3,725	7,97	16,8	4,2	1,0
	Na	0,0141	6,54	11,3	2,9	0,7
R ₄	N	2,423	7,72	15,8	4,0	1,0
	P	0,196	6,34	10,7	2,7	0,7
	K	1,627	4,85	6,2	1,6	0,4
	Ca	3,575	6,58	11,4	2,9	0,7
	Na	0,0137	13,02	44,8	11,2	2,8
(R ₁ +R ₂ +R ₃ +R ₄)/4	N	2,326	6,64	11,6	2,9	0,8
	P	0,189	5,57	8,2	2,1	0,5
	K	1,542	5,48	8,0	2,0	0,5
	Ca	3,708	4,53	5,4	1,4	0,4
	Na	0,0139	4,80	6,1	1,5	0,4

5. Considerazioni conclusive

Dall'insieme dei risultati ottenuti si può affermare che il contenuto minerale delle foglie, in funzione della loro posizione nei macroblasti e nei brachiblasti e della posizione dei rami nella chioma, varia in misura più o meno sensibile e con andamento diverso a seconda degli elementi considerati.

In particolare il contenuto in azoto, mentre presenta valori più elevati nei rami della parte più alta della chioma che in quelli della parte più bassa (R₁ + R₂ vs R₃ + R₄), non manifesta differenze significative tra le foglie dei macro-

blasti e quelle dei brachiblasti e, nell'ambito di entrambi, tra quelle apicali e quelle basali.

Il tenore in fosforo, analogamente all'azoto, mostra un andamento crescente dai rami della parte più bassa della chioma a quelli della parte più alta (R₁ + R₂ vs R₃ + R₄; R₃ vs R₄) e presenta anche, a differenza dell'azoto, valori meno elevati, sia a giugno che a luglio, nelle foglie dei macroblasti che in quelle dei brachiblasti.

Il contenuto in potassio, analogamente agli altri due elementi esaminati, aumenta significativamente dai rami della parte più bassa verso quelli della parte più alta della chioma (R₁ + R₂ vs R₃ + R₄) ma non presenta differen-

TAB. 9

STIMA DEL NUMERO DI CAMPIONI DA PRELEVARE SULLA BASE DELLA VARIABILITA' TRA LE PIANTE RILEVATA NEL CONTENUTO (azoto, fosforo, potassio, calcio, sodio) DELLE FOGLIE DEI MACROBLASTI E DEI BRACHIBLASTI CONSIDERATI COMPLESSIVAMENTE

Ramo	Elemento		Coefficiente di variazione %	Numero di alberi da campionare per $P = 0,05$		
	Simbolo	Media (%)		$e = 5\%$	$e = 10\%$	$e = 20\%$
R ₁	N	2,305	5,908	9,2	2,3	0,6
	P	0,175	4,500	5,3	1,3	0,3
	K	1,476	8,130	15,9	4,3	1,1
	Ca	3,650	5,41	7,8	1,9	0,5
	Na	0,0133	4,071	4,4	1,1	0,3
R ₂	N	2,275	5,020	0,6	1,6	0,4
	P	0,181	4,350	5,0	1,2	0,3
	K	1,516	2,100	1,2	0,3	0,1
	Ca	3,622	7,340	14,3	3,6	0,1
	Na	0,0134	4,466	5,2	1,3	0,3
R ₃	N	2,365	5,721	8,6	2,2	0,6
	P	0,187	7,887	16,5	4,1	1,0
	K	1,589	4,402	5,1	1,3	0,3
	Ca	3,436	12,296	40,0	10,0	2,5
	Na	0,0129	6,318	10,6	2,7	0,7
R ₄	N	2,434	6,828	12,3	3,0	0,8
	P	0,198	1,644	0,7	0,2	0,05
	K	1,674	7,079	13,3	3,3	0,8
	Ca	3,310	10,670	30,1	7,5	1,9
	Na	0,0127	12,787	43,2	10,8	2,7
(R ₁ +R ₂ +R ₃ +R ₄)/4	N	2,345	5,650	8,7	2,1	0,5
	P	0,186	3,990	4,2	1,0	0,3
	K	1,564	5,690	8,6	2,1	0,5
	Ca	3,505	4,20	4,7	1,2	0,3
	Na	0,0131	3,98	4,2	1,0	0,3

ze tra le foglie dei macroblasti e quelle dei brachiblasti.

Il contenuto in calcio, contrariamente all'azoto, al fosforo ed al potassio, diminuisce significativamente dai rami della parte più bassa della chioma a quelli della parte più alta, presenta valori più bassi nei macroblasti che nei brachiblasti e, in particolare nei primi, diminuisce dalle foglie basali a quelle apicali.

Infine, il tenore in sodio presenta un andamento sostanzialmente analogo a quello registrato per il calcio.

Questo gradiente di concentrazione nei macroblasti è senz'altro in gran parte dovuto alla

diversa età delle foglie lungo il germoglio. E' infatti noto che il calcio si accumula nelle foglie con il loro invecchiamento. Giova a questo punto ripetere che nei macroblasti sono state scartate le foglie terminali più giovani e sono state prelevate quelle basali (F₂) e quelle apicali (F₁) che avevano completato la loro crescita in distensione e che potevano essere ritenute, salvo la data maggio, fisiologicamente mature. Questo spiega perché a livello dell'azoto, del fosforo e del potassio non sia stato registrato un gradiente di concentrazione lungo il germoglio che certamente sarebbe emerso, ma di segno contrario rispetto a quello del calcio, se si fos-

STIMA DEL NUMERO DI CAMPIONI DA PRELEVARE SULLA BASE DELLA VARIABILITA' TRA LE PIANTE RILEVATA NEL CONTENUTO (azoto, fosforo, potassio, calcio, sodio) DELLE FOGLIE DEI MACROBLASTI

$$\frac{(F_1 + F_2)}{2} \text{ PORTATI SUI RAMI } R_1 \text{ ED } R_2$$

Ramo	Pianta	N	P	% della sostanza secca K	Ca	Na
$(R_1 + R_2)/2$	I	2,550	0,197	1,532	2,927	0,0114
	II	2,527	0,182	1,582	2,900	0,0125
	III	2,402	0,192	1,715	3,415	0,0135
	IV	2,325	0,195	1,707	3,292	0,0113
	V	2,225	0,202	1,815	3,055	0,0116
	VI	2,422	0,182	1,723	2,990	0,0108
Media		2,408	0,192	1,679	3,096	0,0119
C.V. %		5,080	4,260	6,160	6,780	8,2800
n. di alberi da campionare per $P = 0,05$						
e = 5 %		6,8	4,8	10,0	12,2	18,1
e = 10 %		1,7	1,2	2,5	3,0	4,6
e = 20 %		0,4	0,3	1,3	0,8	1,1

sero considerate anche le foglie più giovani ancora in accrescimento. Se ne deduce che la concentrazione in calcio è molto più influenzata dal fattore età di quella degli altri elementi considerati.

Circa la variabilità nell'ambito della chioma i risultati di questo lavoro sono in pieno accordo con quelli ottenuti da *Van Der Meiden* (1964) per quanto riguarda il calcio ma per l'N, il P ed il K detto Autore non aveva rilevato differenze significative.

Per quanto attiene le variazioni dovute alla data di campionamento, il contenuto in azoto, in fosforo ed in potassio decresce fortemente fino al 30 luglio e quello in calcio ed in sodio invece aumenta; successivamente da luglio a settembre, mentre continua ad aumentare per il calcio e per il sodio ed a diminuire leggermente per il potassio, non varia significativamente per l'azoto e per il fosforo. Ciò è particolarmente importante ai fini della scelta dell'epoca di prelievo delle foglie che deve essere caratterizzata da livelli di concentrazione di elementi minerali relativamente costanti.

Ai fini del campionamento la data del 30 luglio viene pertanto ritenuta la più idonea e viene senz'altro scelta per lo studio della variabilità tra le piante a livello dei vari settori di chioma saggiati. Ciò al duplice scopo di scegliere il settore che presenta le minime variazioni tra pianta e pianta e di ridurre al minimo il numero di campioni per singolo albero.

Dall'insieme delle stime delle possibili soluzioni appare evidente che non vi è una grande convenienza pratica a campionare le foglie sia dei macroblasti sia dei brachiblasti e quindi la raccolta può essere limitata alle foglie degli uni o a quelle degli altri. La scelta verrà fatta tenendo anche conto di considerazioni di ordine pratico e di ordine fisiologico. Sul piano pratico occorre tener presente che i brachiblasti, prevalenti in R_1 ed in R_2 , portano foglie che, in particolare nei cloni sensibili alla *Marssonina brunnea*, cadono precocemente e che quindi sono disponibili per periodi limitati. I macroblasti, prevalenti e molto più vigorosi nei rami R_3 ed R_4 , oltre ad avere una fogliazione che si protrae nel tempo per un periodo più lungo, sono anche sede di una più intensa attività vegeta-

tiva e di contenuti più elevati. Sul piano fisiologico, pertanto, sono ritenuti più rappresentativi dello stato di nutrizione e più indicati per ricerche di diagnostica fogliare. Infatti nello stabilire, ad esempio, la soglia di carenza per l'N, il P ed il K, appare più logico fare riferimento al contenuto di quelle foglie, fisiologicamente mature, che nella chioma normalmente presentano la concentrazione più alta, essendo portate sui rami più vigorosi.

Sulla base di tali considerazioni si è ritenuto conveniente indicare per il campionamento le foglie dei macroblasti dei rami R₃ ed R₄.

I risultati della stima dicono che, assumendo una probabilità del 5 % ed un errore del 10 % del valore medio, il numero di alberi da cui prelevare le foglie è di 2 per l'N, di 2 per il P, di 3 per il K, di 3 per il Ca e di 5 per il Na.

Nel caso si volesse ridurre l'errore al 5 % del valore medio, per ricerche particolarmente accurate, bisognerebbe aumentare il campionamento da 8 a 20 alberi a seconda degli elementi considerati.

In conclusione, tenendo conto della variabilità registrata tra le piante e dei fattori di ordine pratico e fisiologico, per il campionamento delle foglie si può proporre la seguente tecnica: prelevare a fine luglio le foglie, fisiologicamente mature, dei macroblasti portati dai rami R₃ ed R₄ in 2-5 alberi per parcella omogenea.

Tale numero di alberi può sembrare basso ma bisogna tener presente che, di norma, nella pioppicoltura a scopo industriale le piantagioni vengono fatte su appezzamenti uniformi, con piante dello stesso clone, coetanee ed allevate con le stesse tecniche colturali. Inoltre, nella scelta degli alberi campione, vengono scartati quelli superdominanti e quelli superdominati.

Nell'applicazione pratica del metodo, particolare cura dovrà essere posta nell'accertare la variabilità del terreno ricorrendo eventualmente alla sua divisione in parcelle il più possibile uniformi nelle quali effettuare il campionamento.

In piante di età diversa da quelle prese in esame si ritiene, anche se occorreranno delle verifiche, di poter applicare la stessa tecnica di campionamento avendo però cura di scegliere le foglie dai macroblasti portati sui rami delle due impalcature più alte, equivalenti cioè ai

rami R₃ ed R₄ degli alberi utilizzati per la messa a punto della tecnica qui proposta.

Ringrazio il Prof. Luigi Cavazza, direttore dell'Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee dell'Università di Bologna, per avermi dato dei suggerimenti sulla elaborazione statistica dei dati.

Ringrazio anche il Sig. Giovanni Badino dell'ISP per avermi fatto, molto abilmente, tutti i disegni.

BIBLIOGRAFIA

- BOULD C., 1964 - *Comparative role of soil and leaf analysis in crop nutrition*. Compte-rendu du premier colloque européen sur le contrôle de la nutrition minérale et de la fertilisation en viticulture, arboriculture et autres cultures méditerranéennes, Montpellier, 13-19.
- BROWN R. J., 1943 - *Sampling sugar beet petioles for measurement of soil fertility*. Soil Sci., LVI : 213-219.
- CASTELLANI E., CELLERINO G. P., 1964 - *Una pericolosa malattia dei pioppi euroamericani determinata da Marssonina brunnea (Ell. et Ev.) P. Magn. Cellulosa e Carta*, XV (8) : 3-17.
- CLEMENTS H. F., 1964 - *Foundations for objectivity in tissue diagnosis as a guide to crop control*. Pl. Anal. Fertil. Probl., IV : 90-110.
- DUNCAN D. B., 1955 - *Multiple range and multiple F tests*. Biometrics XI (3).
- FUNAIOLI A., 1967 - *Observations sur le système racinaire du peuplier euraméricain 'I-214' dans des sols à nappe phréatique de profondeur différente*. Proc. XIV IUFRO Congr., Munich, III : 621-635.
- HOWLETT F. S., 1961 - *Variation pattern established for foliar analysis of vegetable plants*. Pl. Anal. Fertil. Probl., I : 355-388.
- LEAF A. L. and MADGWICK H. A., 1960 - *Evaluation of chemical analyses of soil and plants as aids in intensive management*. Proc. V World For. Congr., Seattle, I : 554-556.
- LEVY G., 1968 - *Utilisation pratique de l'analyse foliaire dans l'étude de la nutrition d'essences forestières*. Rev. for. fr., XX (4) : 249-263.
- MEIDEN (VAN DER) H. A., KOLSTER H. W., 1964 - *Variaties in de Samenstelling van populiereblad gedurende de vegetatieperiode en in verschillende delen van de kroon*. Sticht. BosbProefstn. « De Dorschkamp », Korte Meded. 61, 11 pp.
- NAKOS G., 1975 - *Seasonal change in foliar nutrient concentrations of forest species in the nursery: II Poplar hybrids*. Minist. Agric. For. Res. Inst., No. 74, 20 pp.
- SMITH C. B., 1956 - *The importance of dry weight losses in the preparation of leaf samples for analysis*. Proc. Amer. Soc. hort. Sci., LXVII : 10-15.
- STEEL R. G. D., TORRIE J. H., 1960 - *Principles and Procedures of Statistics*. Mc Graw-Hill Book Co., New York.

STEFAN K., 1969 - *The influence of sampling on the results of chemical foliar analysis*. FAO/CIP/MAL Vienna, 16 pp.

STEYN W. J. A., 1961 - *The errors involved in the sampling of citrus and pineapple plants for leaf analysis purposes*. Pl. Anal. Fertil. Probl. I : 409-430.

RIASSUNTO

E' stata effettuata una ricerca sulle variazioni del contenuto minerale nelle foglie di pioppo (piante al 5° anno dalla messa a dimora) del clone 'I-214' in funzione della posizione delle branche nella chioma (dal basso verso l'alto: R₁, R₂, R₃, R₄), della posizione delle foglie nei rami (macroblasti e brachiblasti) e dell'epoca di campionamento.

Il contenuto in azoto, in fosforo ed in potassio, mostra un andamento crescente, dalle branche della parte più bassa della chioma, verso quelle della parte più alta e quello in calcio ed in sodio decrescente. Le foglie dei macroblasti, rispetto a quelle dei brachiblasti, presentano differenze non significative nel contenuto in azoto ed in potassio e significative per il fosforo, il calcio ed il sodio. Il contenuto in azoto, fosforo e potassio decresce fortemente fino alla fine di luglio ed aumenta quello in calcio ed in sodio; successivamente, da luglio a settembre, mentre continua a crescere per il calcio e per il sodio e a diminuire leggermente per il potassio, non varia significativamente per l'azoto e per il fosforo.

L'epoca più indicata per il prelievo delle foglie è risultata la fine di luglio.

Sulla base della variabilità registrata tra gli alberi a livello dei brachiblasti e dei macroblasti delle quattro branche considerate, applicando la formula $n = t^2 \frac{(cv)^2}{e^2}$, è stata fatta la stima del numero di alberi da campionare per ogni parcella omogenea, dopo aver scartato gli alberi superdominati e quelli superdominanti.

Vengono ritenute più adatte per il campionamento le foglie fisiologicamente mature dei macroblasti delle branche R₃ ed R₄. Assumendo una probabilità del 5% ed un errore del 10% del valore medio, il numero di alberi da cui prelevare le foglie è di 2 per l'N, di 2 per il P, di 3 per il K, di 3 per il Ca e di 5 per l'Na, per parcella omogenea.

RESUME

On a effectué une recherche sur les variations de la teneur en minéraux des feuilles de peuplier (plantes à la 5^e année de leur mise en place) du clone 'I-214' en fonction de la position des branches dans le feuillage (du bas vers le haut: R₁, R₂, R₃, R₄), de la position des feuilles dans les rameaux (macroblastes et brachyblastes) et de l'époque d'échantillonnage.

Les teneurs en azote, en phosphore et en potassium font enregistrer des valeurs croissantes, des branches de la partie la plus basse du feuillage à celles de la partie la plus haute, tandis que les teneurs en calcium et en sodium décroissent. Les feuilles des macroblastes présentent, par rapport à celles des brachyblastes, des différences peu significatives quant aux

teneurs en azote et en potassium, et significatives, en revanche, pour ce qui est du phosphore, du calcium et du sodium. Les teneurs en azote, en phosphore et en potassium décroissent fortement jusqu'à fin juillet, alors que celles en calcium et en sodium augmentent, par la suite de juillet à septembre, alors que celles en calcium et en sodium continuent d'augmenter, la teneur en potassium diminue légèrement tandis que l'azote et le phosphore demeurent stationnaires.

L'époque la plus propice au prélèvement des feuilles s'est avérée être la fin juillet.

Sur la base de la variabilité relevée entre les arbres au niveau des brachyblastes et des macroblastes, concernant les quatre branches en question, on a procédé

— par application de la formule $n = t^2 \frac{(cv)^2}{e^2}$ — à

l'estimation du nombre d'arbres à échantillonner pour chaque parcella homogène, après avoir écarté les arbres superdominants et les superdominés.

On estime que les feuilles les plus aptes à l'échantillonnage sont celles physiologiquement mûres des macroblastes des branches R₃ et R₄.

En tablant sur une probabilité de 5% et sur une marge d'erreur de 10% de la valeur moyenne, le nombre d'arbres dont il faut prélever les feuilles est de 2 pour N, de 2 pour P, de 3 pour K, de 3 pour Ca et de 5 pour Na, par parcella homogène.

SUMMARY

In order to perfect a technique of leaf sampling for the application of foliar analysis in studies on mineral nutrition and on fertilisation of the poplar, a series of samplings has been carried out in the course of the vegetative season on trees, in the fifth year after transplanting, of the 'I-214' clone.

The long-shoot leaves have been considered separately from short-shoot leaves of the branches of each of the four ramifications here indicated, beginning from the lowest, with the abbreviations R₁, R₂, R₃ and R₄.

From the total of results obtained, it is possible to affirm that the nutrient contents of the leaves in function of their position in the long-shoot and in the short-shoot and of the position of the branches in the crown vary to a greater or lesser degree and with differing behaviour according to the elements taken into consideration.

In particular the nitrogen content, while it is present in greater quantities in the branches of the higher part of the crown than in those of the lower part (R₁ + R₂ vs R₃ + R₄) shows no significant difference between the long-shoot leaves and short-shoot leaves and, in the ambit of both, between those of the apex and those of the base.

The phosphorous content, in analogy with the nitrogenous one, shows an increase as one passes from the branches of the lower part of the crown to those of the higher part (R₁ + R₂ vs R₃ + R₄; R₃ vs R₄) and also shows, unlike the nitrogenous one, lower values, both in June and in July, in leaves of the long-shoot than in those of the short-shoot.

The potassium content, analogously to the other two elements examined, increases to a significant extent as one passes from the branches of the lower part of the crown to those of the higher part (R₁ + R₂

vs $R_3 + R_4$) but does not show any difference between the leaves of the long-shoot and those of the short-shoot. Calcium content, unlike the nitrogen, phosphorous and potassium one, decreases to a significant extent as one passes from the branches of the lower part of the crown to those of the higher part, shows lower values in the leaves of the long-shoot than in those of the short-shoot and, particularly in the first ones, it decreases from the leaves of the base to those of the apex. Finally, sodium content shows a trend analogous to that of calcium.

As regards the variations due to the time of sampling, nitrogen, phosphorous and potassium contents decrease considerably until July 30th and calcium and sodium contents increase; afterwards, from July to September, while calcium and sodium contents keep on increasing and potassium one keeps on decreasing slightly, nitrogen and phosphorous contents don't vary to a considerable extent. This fact is of particular importance for the choosing of the time for collecting samples which must be characterized by relatively constant levels of concentration of the nutrient content.

For purpose of sampling the date of July 30th is considered the fittest and thus chosen for the study of variability among trees at the level of the various foliage sectors examined. This serves both the aim of choosing the sector which presents the minimum variations between one tree and another and the aim of reducing to a minimum the number of samples for each single tree.

On the basis of the variability recorded at the level of the short-shoot and long-shoot of the four ramifications taken into consideration, applying the formula $n = t^2 \frac{(cv)^2}{e^2}$, the estimate of the number

of sample trees for every homogeneous block in order to obtain representative data has been effected.

From the total of possible solutions, it appears more profitable to indicate for sampling the leaves of the long-shoot of the R_3 and R_4 branches.

The results of the estimate suggest that, allowing for 5% probability and error to the average value of 10%, the number of trees from which leaves are to be collected is of 2 for N, 2 for P, 3 for K, 3 for Ca and 5 for Na for each homogeneous grouping, after excluding over-dominated and over-dominating trees.

Should a reduction of error to the average value of 5% be desired, for specially accurate research, it

would be necessary to increase sampling from 8 to 20 trees according to the nutrients to be examined.

ZUSAMMENFASSUNG

Man hat eine Untersuchung über die Schwankungen des Mineralgehaltes in den Pappelblättern (Bäume im 5ten Jahr nach Verpflanzung ins Feld des Klons 'I-214') in Abhängigkeit der Lage der Äste in der Krone (von unten nach oben: R_1, R_2, R_3, R_4), der Lage der Blätter auf den Zweigen (Blätter der Langtriebe und Blätter der Kurztriebe) in der Periode in welcher die Proben entnommen wurden, angestellt.

Der Gehalt an Stickstoff, Phosphor und Kalium zeigt einen steigenden Verlauf, von den Ästen des unteren Kronenteils zu denen der obersten Krone, während der Gehalt an Calcium und Natrium einen sinkenden Verlauf aufweist. Die Blätter der Langtriebe weisen, gegenüber denen der Kurztriebe, keine signifikanten Unterschiede in dem N- und K-Gehalt auf, während die Unterschiede in dem P-, Ca- und Na-Gehalt signifikant sind. Der N-, P- und K-Gehalt nimmt bis Ende Juli stark ab, während der Ca- und Na-Gehalt zunimmt. Dann, von Juli bis September, steigt der Ca- und Na-Gehalt weiter und der K-Gehalt nimmt noch leicht ab, während der N- und P-Gehalt keine signifikante Variationen zeigt.

Es ging hervor, dass Ende Juli die beste Zeit zur Stichprobenentnahme der Blätter ist.

Auf der Basis der festgestellten Variabilität zwischen den Bäumen, hinsichtlich der Kurztriebe und Langtriebe der vier in Betracht genommenen Äste (R_1, R_2, R_3, R_4), machte man, nach Ausschaltung der unterdrückten und der vorherrschenden Bäume, eine Schätzung der Zahl der Bäume, die pro jede homogene Parzelle der Probenentnahme unterzogen werden sollte. Für diese Berechnung wendete man folgende Formel an: $n = t^2 \frac{(cv)^2}{e^2}$

Die physiologisch reifen Blätter der Langtriebe der Äste R_3 und R_4 scheinen sich am besten für die Stichprobenentnahme zu eignen. Bei einer Wahrscheinlichkeit von 5% und einem Fehler von 10% des Mittelwertes, ist die Zahl der Bäume von denen man die Blätter sammeln sollte wie folgt: 2 für N, 2 für P, 3 für K, 3 für Ca und 5 für Na, für jede homogene Parzelle.