

ENTE NAZIONALE PER LA CELLULOSA E PER LA CARTA  
ISTITUTO DI SPERIMENTAZIONE PER LA PIOPPICOLTURA - CASALE MONFERRATO

---

GIUSEPPE FRISON

**RITMO DI ASSORBIMENTO DI ELEMENTI  
MINERALI NUTRITIVI DEL PIOPPO IN  
BARBATELLAIO**

*Estratto da « Cellulosa e Carta »  
N. 7-8 - luglio-agosto 1975*

ROMA 1975

# Ritmo di assorbimento di elementi minerali nutritivi del pioppo in barbatellaio

GIUSEPPE FRISON

LE esigenze nutritive del pioppo sono state oggetto di ricerche da parte di vari studiosi sia all'Estero sia in Italia. Così, ad esempio, in Francia Henry (1876) e in Russia Remezov e Bykova (1953) hanno determinato i contenuti minerali delle ceneri, separatamente nelle diverse parti dell'albero, e hanno calcolato le asportazioni minerali per piante di una certa età di *Populus tremula*. Più recentemente, in Italia, Frison (1967b, 1968 e 1969) e Giulimondi (1966 e 1970) hanno effettuato ricerche analoghe con cloni a rapido accrescimento di *Populus × euramericana*, stimando l'impoverimento del terreno da essi determinato, sia in vivaio sia in pioppeto.

Dette ricerche hanno sortito risultati assai interessanti fornendo i primi elementi concreti sulla nutrizione minerale del pioppo. Essendo state, però, le indagini condotte su piante alla fine del ciclo vegetativo, l'applicazione in campo pratico dei dati da esse sortiti trova notevoli limitazioni quando, sulla scorta delle asportazioni così rilevate, si cerchi di stabilire epoche e formule di concimazione rispondenti a precisi criteri economici.

Più utili a questo scopo vengono ritenute le ricerche tendenti a rilevare il dinamismo dell'assorbimento degli elementi nutritivi da parte del pioppo nel corso del ciclo vegetativo annuale. Essendo queste purtroppo molto carenti e frammentarie, l'Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura di Casale Monferrato e il Centro di Sperimentazione agricola e

forestale di Roma (Cfr. Giulimondi et al., 1974), operando in ambienti diversi per caratteristiche pedoclimatiche, hanno effettuato una serie di periodici rilevamenti per accertare sia la produzione delle piante, sia i prelievi quantitativi di sostanze nutritive in ciascun periodo considerato sia, infine, la loro accumulazione nel corso del ciclo vegetativo.

Il quadro generale delle ricerche riguarda tanto il barbatellaio quanto il vivaio, ma in questa nota vengono esposti soltanto i risultati relativi al primo.

## MATERIALI E METODI

Le nostre ricerche sono state effettuate su materiale allevato in un barbatellaio dell'Azienda Sperimentale dell'Istituto di Sperimentazione per la pioppicoltura, posto su terreno sabbioso, a reazione subalcalina, ben dotato di potassio assimilabile, mediamente provvisto di fosforo e povero di sostanza organica e di azoto.

Il barbatellaio è stato impiantato il 1° aprile 1968 con talee del clone di *Populus × euramericana* (Dode) Guinier 'I-214' poste a dimora a cm 10-12 l'una dall'altra su file distanti cm 130. Le talee, prima dell'impianto, sono state immerse in acqua per circa una settimana per avere, oltre che un migliore attecchimento, una maggior uniformità di sviluppo

TAB. 1

## TEMPERATURE E PRECIPITAZIONI AVUTESI A CASALE MONFERRATO NEL 1968

| MESI      | TEMPERATURE<br>Esprese in C° |      |      |               |      |      | PRECIPITAZIONI E NUMERO DEI GIORNI PIOVOSI (*)<br>Esprese in mm |            |          |            |  |
|-----------|------------------------------|------|------|---------------|------|------|---|------------|----------|------------|--|
|           | Medie per decade             |      |      | Medie mensili | max. | min. | I   | Per decade |          | Mensili    |  |
|           | I                            | II   | III  |               |      |      |   | II         | III      |            |  |
| Gennaio   | 0,0                          | -0,8 | 2,5  | 0,6           | 15,5 | -9,5 | 0,4   | 1,0        | 0,8      | 2,2        |  |
| Febbraio  | 2,5                          | 4,1  | 5,3  | 3,9           | 11,5 | -3,0 | 27,0 (5)  | 5,8 (1)    | 54,2 (4) | 37,0 (10)  |  |
| Marzo     | 6,4                          | 8,2  | 12,6 | 9,2           | 23,0 | -2,0 | 10,4 (1)  | 9,6 (1)    | 2,6 (1)  | 22,6 (3)   |  |
| Aprile    | 11,4                         | 12,7 | 17,0 | 13,7          | 27,0 | 0,5  | 8,6 (3)   | 20,2 (3)   | 32,2 (2) | 61,0 (8)   |  |
| Maggio    | 14,8                         | 16,3 | 17,7 | 16,3          | 26,0 | 5,0  | 15,6 (4)  | 25,4 (3)   | 33,6 (5) | 74,6 (12)  |  |
| Giugno    | 19,7                         | 18,2 | 22,8 | 20,2          | 33,0 | 10,5 | 13,2 (2)  | 18,2 (4)   | 18,0 (3) | 49,4 (9)   |  |
| Luglio    | 25,4                         | 21,6 | 20,6 | 22,5          | 33,0 | 11,0 | 19,8 (2)  | 3,2 (2)    | 32,0 (2) | 55,0 (6)   |  |
| Agosto    | 21,1                         | 19,2 | 19,5 | 19,9          | 30,0 | 10,0 | 77,2 (6)  | 13,2 (2)   | 59,6 (3) | 150,0 (11) |  |
| Settembre | 19,1                         | 17,4 | 16,7 | 17,7          | 26,0 | 6,5  | 4,4 (1)   | 27,8 (3)   | 1,0      | 33,2 (4)   |  |
| Ottobre   | 15,6                         | 14,2 | 10,1 | 13,2          | 24,0 | 2,0  | 6,8 (1)   | 15,6 (1)   | 31,2 (3) | 53,6 (5)   |  |
| Novembre  | 11,7                         | 6,5  | 4,0  | 7,4           | 17,5 | -3,0 | 164,2 (7)   | 27,8 (4)   | 1,4      | 193,4 (11) |  |
| Dicembre  | 3,2                          | 1,8  | 0,7  | 1,0           | 11,5 | -6,5 | 50,4 (3)  | 22,0 (3)   | --       | 72,4 (6)   |  |
| Media     |                              |      |      | 12,2          | 23,2 | 1,8  |   |            | TOTALE   | 854,4 (85) |  |

(\*) I dati tra parentesi indicano il numero di giorni piovosi; non sono considerati tra questi i giorni nei quali la piovosità è inferiore di 1 mm.

dei germogli sin dalle prime fasi del ciclo vegetativo. Ciò è molto importante, come si vedrà più avanti, ai fini del campionamento.

La concimazione pre-impianto è stata fatta con circa 400 q/ha di letame, 6 q/ha di perfosfato minerale 19-21, e 1,5 q/ha di sale potassico 40-42 %. In copertura è stata distribuita dell'urea 46 % in ragione di 1 q/ha. Nel corso della stagione vegetativa sono state fatte frequenti discature e irrigazioni nei giorni 3/7 e 6/8/1968, con quantitativi d'acqua dell'ordine di 4-500 m<sup>3</sup>/ha. I dati relativi all'andamento climatico dell'annata sono esposti nella Tab. 1.

L'appezzamento, della superficie di circa m<sup>2</sup> 1000, è stato suddiviso in cinque parcelle, ciascuna delle quali comprendeva 8 file lunghe m 20 e quindi portava circa 1500 barbatelle. I prelevamenti di materiale vegetale, complessivamente 9, sono stati fatti nel periodo compreso tra il 3 Maggio ed il 6 Dicembre 1968 e precisamente alle date indicate in Tab. 1.

Nel primo e nel secondo campionamento, effettuati rispettivamente il 3 ed il 28 Maggio, essendo le piantine molto uniformi come altez-

za (anche per le precauzioni, di cui si è già detto, usate nell'impianto delle talee) abbiamo scelto a caso n. 10 esemplari di medio sviluppo. Per i prelievi successivi, al fine di avere sempre piante di comparabile vigore vegetativo, nell'ambito di ciascuna parcella sono state contrassegnate n. cinque barbatelle di media altezza che sono state assunte come testimone. Le piantine per le analisi sono state scelte tra quelle ad esse simili per altezza e diametro.

Per ogni prelievo sono state impiegate cinque piantine di ciascuna parcella che venivano tagliate al colletto. Di queste si è considerato l'intera parte epigea: fusto e foglie.

Il fusto è stato ripartito in legno e cortecia. Le foglie sono state suddivise per settori di chioma, dell'ampiezza prefissata in 15 foglie, a partire dalla base del fusto. Così, ad esempio, il 1° settore comprende le foglie situate tra la prima e la quindicesima, il 2° tra la sedicesima e la trentesima, il 3° tra la trentunesima e la quarantacinquesima, ecc. Le foglie cadute sono

state raccolte e considerate a parte, indipendentemente dal settore di appartenenza.

I campioni di legno, di corteccia e di foglie di ogni epoca e di ciascuna parcella sono stati pesati allo stato fresco e allo stato secco, dopo essiccazione in stufa a 100 °C fino a peso costante. Quindi sono stati finemente macinati e sottoposti alle analisi di laboratorio per la determinazione del contenuto in N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e K<sub>2</sub>O secondo i metodi indicati in un precedente lavoro (Frison, 1967b).

Sulla base della produzione in sostanza secca (parte radicale esclusa) e del relativo contenuto in N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e K<sub>2</sub>O sono stati calcolati, separatamente nei diversi organi della pianta, sia i quantitativi di sostanze nutritive presenti in ciascun periodo considerato, sia la loro accumulazione al netto da eventuali trasmigrazioni e/o dilavamenti o escrezioni nel corso del ciclo vegetativo annuale.

## RISULTATI

### RITMO DI ACCRESCIMENTO DELLE PIANTE

#### Accrescimento in altezza e in diametro

L'incremento in altezza del germoglio (Fig. 1) è stato lento durante i mesi di Aprile e Maggio — si consideri che il germoglio si sviluppa da talea —, molto più rapido in Giugno, Luglio e Agosto e di nuovo lento in Settembre per arrestarsi nel corso del mese di Ottobre.

L'incremento in diametro del fusto (Tab. 2), rilevato soltanto a cominciare da Agosto, è risultato notevole in questo mese e anche nel successivo.

#### Accrescimento in peso

##### Accumulazione di sostanza secca nel fusto

L'incremento ponderale delle piante è stato espresso sia in peso fresco sia in peso secco (Tab. 3). Quest'ultimo è molto più indicativo del primo in quanto tiene conto dei cambiamenti del contenuto in acqua.

L'accumulazione di sostanza secca (Tab. 4) è stata molto lenta all'inizio della stagione vegetativa ed è aumentata rapidamente nel

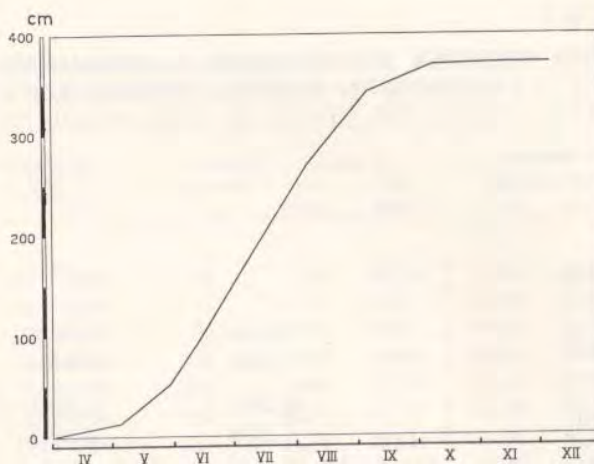


Fig. 1 - Accrescimento in altezza del fusto di barbarte di pioppo nel corso della stagione vegetativa 1968.

TAB. 2

#### ALTEZZE E DIAMETRI MEDI DEI FUSTI RILEVATI IN EPOCHE DIVERSE NEL CORSO DELLA STAGIONE VEGETATIVA 1968

| Date dei rilevamenti | Altezze (cm) | Diametri (mm) rilevati a cm dal suolo: |       |       |
|----------------------|--------------|--|-------|-------|
|                      |              | 3                                      | 50    | 100   |
| 3-5                  | 12,0         | —                                      | —     | —     |
| 28-5                 | 50,2         | —                                      | —     | —     |
| 10-6                 | 90,0         | —                                      | —     | —     |
| 5-7                  | 170,0        | —                                      | —     | —     |
| 6-8                  | 269,0        | 18,80                                  | 15,61 | 13,62 |
| 5-9                  | 343,0        | 21,00                                  | 17,83 | 16,51 |
| 8-10                 | 369,9        | 23,80                                  | 20,51 | 17,90 |
| 11-11                | 370,0        | 24,02                                  | 20,53 | 17,86 |
| 6-12                 | 370,0        | 24,00                                  | 20,50 | 17,85 |

corso dell'estate per arrestarsi nel mese di Ottobre. La curva (Fig. 2) relativa presenta un andamento quasi rettilineo dall'inizio di Luglio all'inizio di Ottobre, periodo nel quale si è avuto l'86,47 % della produzione. La percentuale del legno sul secco, di poco superiore a quella della corteccia a fine Maggio, successivamente è andata nettamente aumentando, passando dal 52 al 77 % da fine Maggio all'inizio di Settembre per stabilizzarsi intorno al 70 % all'inizio di Ottobre (Tab. 5).

TAB. 3

PESI MEDI PER PIANTA (espressi in grammi) ALLO STATO FRESCO (a) E ALLO STATO SECCO (b)  
RILEVATI IN EPOCHE DIVERSE NEL CORSO DELLA STAGIONE VEGETATIVA 1968

| Date dei rilevamenti |   | Legno (l) | Corteccia (c) | Fusto (l + c) | Foglie (presenti) (f) | Totale (l + c + f) |
|----------------------|---|-----------|---------------|---------------|-----------------------|--------------------|
| 3-5                  | a | —         | —             | 1,0000        | 2,8463                | 3,8463             |
|                      | b | —         | —             | 0,2224        | 0,5408                | 0,7632             |
| 28-5                 | a | 6,3380    | 5,0320        | 11,4200       | 19,2493               | 30,6693            |
|                      | b | 1,2000    | 1,0840        | 2,2840        | 4,6391                | 6,9231             |
| 10-6                 | a | 46,2870   | 22,2460       | 68,5330       | 36,3200               | 104,8530           |
|                      | b | 7,2870    | 4,2660        | 11,5530       | 8,2398                | 19,7928            |
| 5-7                  | a | 82,0350   | 35,1750       | 117,2110      | 80,3920               | 197,6020           |
|                      | b | 16,5580   | 8,4420        | 25,0000       | 20,2186               | 45,2186            |
| 6-8                  | a | 204,1400  | 75,6600       | 279,8000      | 169,9421              | 449,7421           |
|                      | b | 62,9200   | 20,2600       | 83,1800       | 44,1000               | 127,2800           |
| 5-9                  | a | 329,5000  | 129,4000      | 458,9000      | 172,3320              | 631,2320           |
|                      | b | 114,6700  | 33,5300       | 148,2000      | 43,6000               | 191,8000           |
| 8-10                 | a | 316,6000  | 154,9000      | 474,6000      | 142,4573              | 617,0573           |
|                      | b | 145,7000  | 62,5000       | 208,2000      | 41,7400               | 249,9400           |
| 11-11                | a | 316,1200  | 147,7900      | 463,9100      | 132,5912              | 596,5012           |
|                      | b | 146,2000  | 63,8200       | 210,0200      | 34,5400               | 244,5600           |
| 6-12                 | a | 351,7800  | 136,1300      | 487,9100      | —                     | 487,9100           |
|                      | b | 146,8000  | 65,0500       | 211,8500      | —                     | 211,8500           |

TAB. 4

ACCUMULAZIONE DI SOSTANZA SECCA NEI FUSTI E NELLE FOGLIE (presenti e cadute) NEL CORSO DELLA STAGIONE VEGETATIVA 1968 (medie in g per pianta)

| Date dei rilevamenti | Dati cumulativi |            |                | Dati differenziali |            |                | % del totale |            |                |
|----------------------|-----------------|------------|----------------|--------------------|------------|----------------|--------------|------------|----------------|
|                      | Fusti (F)       | Foglie (f) | Totale (F + f) | Fusti (F)          | Foglie (f) | Totale (F + f) | Fusti (F)    | Foglie (f) | Totale (F + f) |
| 3-5                  | 0,2224          | 0,5408     | 0,7632         | 0,2224             | 0,5408     | 0,7632         | 0,11         | 0,60       | 0,38           |
| 28-5                 | 2,2840          | 4,7091     | 6,9931         | 2,0616             | 4,1600     | 6,2299         | 1,08         | 5,24       | 2,32           |
| 10-6                 | 11,5530         | 9,4783     | 21,0313        | 9,2690             | 4,7692     | 14,0382        | 5,45         | 10,54      | 6,97           |
| 5-7                  | 25,0000         | 22,0971    | 47,0971        | 13,4470            | 12,6188    | 26,0658        | 11,80        | 24,57      | 15,61          |
| 6-8                  | 83,1800         | 53,1285    | 136,3085       | 58,1800            | 31,0314    | 89,2114        | 39,26        | 59,08      | 45,17          |
| 5-9                  | 148,2000        | 62,6285    | 210,8285       | 65,0200            | 9,5000     | 74,5200        | 69,96        | 69,64      | 69,86          |
| 8-10                 | 208,2000        | 82,1285    | 290,3285       | 60,0000            | 19,5000    | 79,5000        | 98,27        | 91,33      | 96,21          |
| 11-11                | 210,0200        | 89,9285    | 299,9485       | 1,8200             | 7,8000     | 9,6200         | 99,22        | 100,00     | 99,39          |
| 6-12                 | 211,8500        | 89,9285    | 301,7785       | 1,8300             | 0,0000     | 1,8300         | 100,00       | 100,00     | 100,00         |

TAB. 5

VARIAZIONI STAGIONALI DEI RAPPORTI PERCENTUALI TRA LEGNO E CORTECCIA IN FUSTI DI BARBATELLE DI PIOPPO DEL CLONE 'I-214'

| Date dei rilevamenti | gg dall'impianto | Legno %    |           | Corteccia % |           |
|----------------------|------------------|------------|-----------|-------------|-----------|
|                      |                  | sul fresco | sul secco | sul fresco  | sul secco |
| 28- 5-1968           | 58               | 55,94      | 52,54     | 44,06       | 47,46     |
| 10- 6-1968           | 71               | 67,54      | 63,07     | 32,46       | 36,93     |
| 5- 7-1968            | 96               | 69,99      | 66,23     | 30,01       | 33,77     |
| 6- 8-1968            | 128              | 72,96      | 75,64     | 27,04       | 24,36     |
| 5- 9-1968            | 158              | 71,80      | 77,38     | 28,20       | 22,62     |
| 8-10-1968            | 191              | 66,71      | 69,98     | 33,29       | 30,02     |
| 11-11-1968           | 225              | 68,14      | 69,61     | 31,86       | 30,39     |
| 6-12-1968            | 250              | 72,10      | 69,29     | 27,90       | 30,71     |

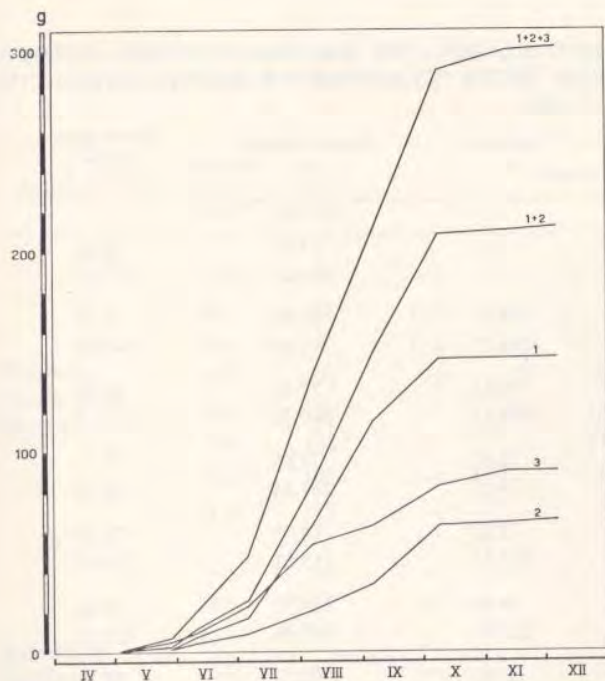


Fig. 2 - Accumulazione media per pianta di sostanza secca nella parte epigea di barbatelle di pioppo nel corso della stagione vegetativa 1968: curva 1: legno; curva 2: corteccia; curva 3: foglie.

Il tenore idrico nell'intero fusto (Tab. 6) ha presentato un andamento crescente da Maggio a Giugno e decrescente nei mesi successivi, fino ad Ottobre, epoca questa in cui si è verificata la caduta in massa delle foglie.

Il tenore in acqua del legno, rispetto a quello della corteccia, appare più elevato da Maggio a Luglio, più basso da Agosto ad Ottobre, dello stesso ordine di grandezza a Novembre e di nuovo più alto a Dicembre (Tab. 6).

*Accumulazione di sostanza secca nelle foglie*

La massa fogliare media (Tab. 7) presente sulla pianta è andata crescendo nel tempo fino all'inizio di Agosto. Da tale epoca si è mantenuta più o meno costante fino alla fine di Settembre in quanto le foglie che cadevano venivano sostituite da altre di nuova formazione con maggior superficie unitaria (Tab. 8 e Fig. 3). L'emissione di nuove foglie è cessata

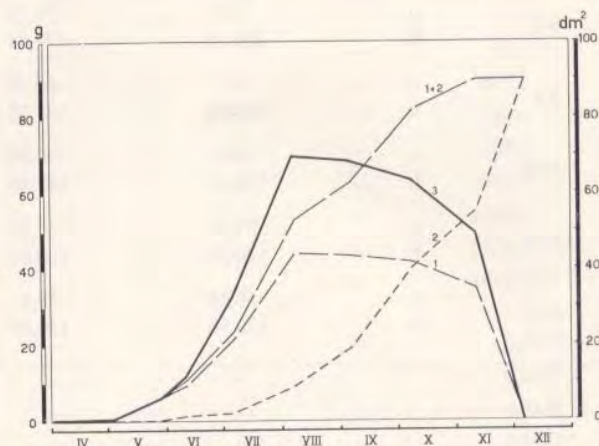


Fig. 3 - Scala a sinistra: accumulazione media per pianta di sostanza secca nelle foglie nel corso della stagione vegetativa 1968: curva 1: foglie presenti; curva 2: foglie cadute; curva 1 + 2: foglie presenti + foglie cadute.

Scala a destra: superficie fogliare relativa alle foglie presenti nel corso del periodo vegetativo 1968: curva 3: misure di una sola pagina.

nella prima metà di Ottobre (Tab. 9) data dalla quale si è intensificata la caduta (Fig. 4).

L'emissione delle foglie, molto lenta durante il mese di Aprile, ha quindi proceduto con il seguente ritmo (Tab. 9):

- una foglia ogni due giorni fino al 10 Giugno;
- due foglie ogni tre giorni dal 10 Giugno al 5 luglio;
- una foglia ogni due giorni dal 15 Luglio al 6 Agosto;

TAB. 6

VARIAZIONI DEL CONTENUTO IN ACQUA (in % sul peso fresco [a] e sul peso secco [b]) NEL LEGNO, NELLA CORTECCIA E NELLE FOGLIE NEL CORSO DELLA STAGIONE VEGETATIVA 1968

| Date dei rilevamenti |   | Fusto (l + c) | Legno (l) | Corteccia (c) | Foglie presenti (f) | Intera parte epigea (l + c + f) |
|----------------------|---|---------------|-----------|---------------|---------------------|---------------------------------|
| 3-5                  | a | 77,76         | —         | —             | 81,00               | 80,16                           |
|                      | b | 349,64        | —         | —             | 426,26              | 403,97                          |
| 28-5                 | a | 80,00         | 81,21     | 78,46         | 75,90               | 77,43                           |
|                      | b | 400,00        | 432,33    | 364,21        | 314,69              | 343,00                          |
| 10-6                 | a | 83,14         | 84,36     | 80,82         | 77,31               | 81,12                           |
|                      | b | 493,21        | 539,32    | 421,47        | 340,70              | 429,75                          |
| 5-7                  | a | 78,67         | 79,82     | 76,00         | 74,85               | 77,12                           |
|                      | b | 368,84        | 395,44    | 316,67        | 297,44              | 336,99                          |
| 6-8                  | a | 70,27         | 69,18     | 73,22         | 74,05               | 71,70                           |
|                      | b | 236,38        | 224,44    | 273,45        | 285,31              | 253,35                          |
| 5-9                  | a | 67,71         | 65,20     | 74,09         | 74,70               | 69,62                           |
|                      | b | 209,65        | 187,35    | 285,92        | 295,46              | 229,11                          |
| 8-10                 | a | 56,15         | 54,00     | 60,46         | 70,70               | 59,19                           |
|                      | b | 128,06        | 117,40    | 152,91        | 241,45              | 145,03                          |
| 11-11                | a | 54,73         | 54,68     | 54,83         | 73,95               | 58,45                           |
|                      | b | 120,89        | 120,66    | 121,38        | 283,67              | 140,68                          |
| 6-12                 | a | 56,58         | 58,27     | 52,45         | —                   | 56,58                           |
|                      | b | 130,30        | 139,66    | 110,31        | —                   | 130,31                          |

TAB. 7

ACCUMULAZIONE DI SOSTANZA SECCA NELLE FOGLIE (presenti e cadute) NEL CORSO DELLA STAGIONE VEGETATIVA 1968 (medie in g/pianta)

| Date dei rilevamenti | gg dall'impianto | Foglie presenti (a) | Foglie cadute parziali (b) | Foglie cadute totali (c) | Totale delle foglie (a + c) |
|----------------------|------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 3-5                  | 33               | 0,5408              | —                          | —                        | 0,5408                      |
| 28-5                 | 58               | 4,6391              | 0,0700                     | 0,0700                   | 4,7091                      |
| 10-6                 | 71               | 8,2398              | 1,1685                     | 1,2385                   | 9,4783                      |
| 5-7                  | 96               | 20,2186             | 0,6400                     | 1,8785                   | 22,0971                     |
| 6-8                  | 128              | 44,1000             | 7,1500                     | 9,0285                   | 53,1285                     |
| 5-9                  | 158              | 43,6000             | 10,0000                    | 19,0285                  | 62,6285                     |
| 8-10                 | 191              | 41,7400             | 21,3600                    | 40,3885                  | 82,1285                     |
| 11-11                | 225              | 34,5400             | 15,0000                    | 55,3885                  | 89,9285                     |
| 6-12                 | 250              | —                   | 34,5400                    | 89,9285                  | 89,9285                     |

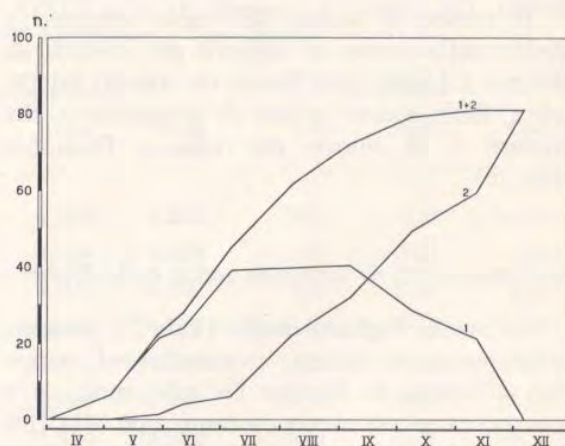


Fig. 4 - Numero medio per pianta di foglie presenti (curva 1), cadute (curva 2) e totali (curva 1 + 2) durante il periodo vegetativo 1968.

NUMERO MEDIO DI FOGLIE PER PIANTA, SUPERFICIE FOGLIARE MEDIA PER PIANTA, PESO SECCO MEDIO PER FOGLIA E PESO SECCO MEDIO DI FOGLIE PER PIANTA NEL CORSO DELLA STAGIONE VEGETATIVA 1968

| Parametri   | Date dei rilevamenti | gg dallo impianto | Settore di fusto dalla base |         |         |         |         |        | Totale  | Media ponderata |
|---|----------------------|-------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|-----------------|
|   |                      |                   | I                           | II      | III     | IV      | V       | VI     |         |                 |
| Numero medio per pianta                                 | 3-5                  | 33                | 6,6                         | —       | —       | —       | —       | —      | 6,61    | —               |
|   | 28-5                 | 58                | 14,0                        | 7,4     | —       | —       | —       | —      | 21,40   | —               |
|   | 10-6                 | 71                | 11,0                        | 13,0    | —       | —       | —       | —      | 24,00   | —               |
|   | 5-7                  | 96                | 9,0                         | 15,0    | —       | —       | —       | —      | 39,00   | —               |
|   | 6-8                  | 128               | —                           | 8,0     | 15,0    | 16,8    | —       | —      | 39,80   | —               |
|   | 5-9                  | 158               | —                           | —       | 13,2    | 15,0    | 12,2    | —      | 40,40   | —               |
|   | 8-10                 | 191               | —                           | —       | 1,0     | 10,4    | 15,0    | 2,2    | 28,60   | —               |
|   | 11-11                | 225               | —                           | —       | —       | 1,6     | 13,2    | 6,6    | 21,40   | —               |
| Superficie fogliare media per pianta (cm <sup>2</sup> ) | 3-5                  | 33                | —                           | —       | —       | —       | —       | —      | —       | 47,6 (*)        |
|   | 28-5                 | 58                | —                           | —       | —       | —       | —       | —      | —       | 605,1           |
|   | 10-6                 | 71                | —                           | —       | —       | —       | —       | —      | —       | 1154,6          |
|   | 5-7                  | 96                | —                           | —       | —       | —       | —       | —      | —       | 3249,3          |
|   | 6-8                  | 128               | —                           | —       | —       | —       | —       | —      | —       | 6971,3          |
|   | 5-9                  | 158               | —                           | —       | —       | —       | —       | —      | —       | 6845,2          |
|   | 8-10                 | 191               | —                           | —       | —       | —       | —       | —      | —       | 6333,2          |
|   | 11-11                | 225               | —                           | —       | —       | —       | —       | —      | —       | 4948,9          |
| Peso secco medio per foglia (g)                         | 3-5                  | 33                | 0,0819                      | —       | —       | —       | —       | —      | —       | 0,0819          |
|   | 28-5                 | 58                | 0,1535                      | 0,3365  | —       | —       | —       | —      | —       | 0,2167          |
|   | 10-6                 | 71                | 0,2018                      | 0,4630  | —       | —       | —       | —      | —       | 0,3433          |
|   | 5-7                  | 96                | 0,2240                      | 0,8645  | 0,3489  | —       | —       | —      | —       | 0,5184          |
|   | 6-8                  | 128               | —                           | 1,0325  | 1,1773  | 1,0821  | —       | —      | —       | 1,1080          |
|   | 5-9                  | 158               | —                           | —       | 1,1833  | 1,2413  | 0,7672  | —      | —       | 1,0792          |
|   | 8-10                 | 191               | —                           | —       | 1,4000  | 1,5173  | 1,4586  | 1,2182 | —       | 1,4594          |
|   | 11-11                | 225               | —                           | —       | —       | 1,4875  | 1,7424  | 1,3879 | —       | 1,6140          |
| Peso secco medio per pianta (g)                         | 3-5                  | 33                | 0,5408                      | —       | —       | —       | —       | —      | 0,5408  | —               |
|   | 28-5                 | 58                | 2,1490                      | 2,4901  | —       | —       | —       | —      | 4,6391  | —               |
|   | 10-6                 | 71                | 2,2198                      | 6,0200  | —       | —       | —       | —      | 8,2398  | —               |
|   | 5-7                  | 96                | 2,0183                      | 12,9670 | 5,2333  | —       | —       | —      | 20,2186 | —               |
|   | 6-8                  | 128               | —                           | 8,2600  | 17,6600 | 18,1800 | —       | —      | 44,1000 | —               |
|   | 5-9                  | 158               | —                           | —       | 15,6200 | 18,6200 | 9,3600  | —      | 43,6000 | —               |
|   | 8-10                 | 191               | —                           | —       | 1,4000  | 15,7800 | 21,8800 | 2,6800 | 41,7400 | —               |
|   | 11-11                | 225               | —                           | —       | —       | 2,3800  | 23,0000 | 9,1600 | 34,5400 | —               |

(\*) Misure di una sola pagina.

- una foglia ogni tre giorni dal 6 Agosto al 5 Settembre;
- una foglia per periodi di oltre quattro giorni in Settembre.

Il peso secco medio per foglia aumenta in tutti i settori di chioma considerati con l'età ma, nell'ambito di ciascuna epoca di campionamento risulta più elevato nei settori mediani. I valori massimi (g 1,7424 per foglia allo



TAB. 9

NUMERO MEDIO DI FOGLIE (presenti e cadute)  
PER BARBATELLA NEL CORSO DEL PERIODO  
VEGETATIVO

| Data dei<br>rilevamenti | gg<br>dall'im-<br>pianto | presenti | Numero di foglie<br>cadute | Totale |
|-------------------------|--------------------------|----------|----------------------------|--------|
| 3-5                     | 33                       | 6,61     | 0,00                       | 6,61   |
| 28-5                    | 58                       | 21,40    | 1,00                       | 22,40  |
| 10-6                    | 71                       | 24,00    | 4,00                       | 28,00  |
| 5-7                     | 96                       | 39,00    | 6,00                       | 45,00  |
| 6-8                     | 128                      | 39,80    | 22,00                      | 61,80  |
| 5-9                     | 158                      | 40,40    | 31,80                      | 72,20  |
| 8-10                    | 191                      | 28,60    | 49,60                      | 79,20  |
| 11-11                   | 225                      | 21,40    | 59,60                      | 81,00  |
| 6-12                    | 250                      | 0,00     | 81,00                      | 81,00  |

stato secco) sono stati registrati in Ottobre per foglie del V° settore di chioma (Tab. 8).

Il tenore in acqua (Tab. 10) tende a diminuire in tutti i settori con l'età delle foglie. Solo nelle foglie del settore più alto ad Ottobre si è verificato il contrario.

VARIAZIONI NEL CONTENUTO PERCENTUALE IN  
SOSTANZE NUTRITIZIE

**Azoto**

*Nel fusto*

Il tenore di azoto (Tab. 11) presenta valori fortemente decrescenti nel corso della stagione vegetativa, passando da 1,328 nel legno e 1,924 nella corteccia a fine Maggio a punte minime, rispettivamente di 0,265 e 0,983, all'inizio di Ottobre. Appare evidente una più netta diminuzione nel legno che nella corteccia. In entrambi si registra però un fortissimo aumento ai primi di Novembre.

*Nelle foglie*

Il contenuto percentuale di azoto, in ogni epoca, è massimo nelle foglie più giovani, diminuisce con l'avanzare della stagione vegetativa in ciascun settore considerato e presenta punte minime nelle foglie cadute naturalmente. In foglie di età comparabile, ma prele-

TAB. 10

VARIAZIONI DEL CONTENUTO IN ACQUA (in % sul peso fresco [a] e sul peso secco [b]) DELLE FOGLIE  
NEL CORSO DELLA STAGIONE VEGETATIVA 1968

| Data dei<br>rilevamenti | gg<br>dall'im-<br>pianto |   | Settore di fusto dalla base |        |        |        |        |        | Media<br>ponderata |
|-------------------------|--------------------------|---|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------|
|                         |                          |   | I                           | II     | III    | IV     | V      | VI     |                    |
| 3-5                     | 33                       | a | 81,00                       | —      | —      | —      | —      | —      | 81,00              |
|                         |                          | b | 426,26                      | —      | —      | —      | —      | —      | 426,26             |
| 28-5                    | 58                       | a | 75,20                       | 76,60  | —      | —      | —      | —      | 75,90              |
|                         |                          | b | 303,57                      | 327,09 | —      | —      | —      | —      | 314,69             |
| 10-6                    | 71                       | a | 76,55                       | 78,30  | —      | —      | —      | —      | 77,31              |
|                         |                          | b | 326,80                      | 361,05 | —      | —      | —      | —      | 340,70             |
| 5-7                     | 96                       | a | 73,70                       | 75,15  | 75,33  | —      | —      | —      | 74,85              |
|                         |                          | b | 280,11                      | 302,20 | 305,90 | —      | —      | —      | 297,44             |
| 6-8                     | 128                      | a | —                           | 74,15  | 72,87  | 73,36  | —      | —      | 74,05              |
|                         |                          | b | —                           | 286,20 | 268,63 | 275,42 | —      | —      | 285,31             |
| 5-9                     | 158                      | a | —                           | —      | 74,30  | 74,40  | 75,80  | —      | 74,70              |
|                         |                          | b | —                           | —      | 289,11 | 290,55 | 313,29 | —      | 295,46             |
| 8-10                    | 191                      | a | —                           | —      | 73,16  | 70,20  | 71,84  | 59,45  | 70,70              |
|                         |                          | b | —                           | —      | 272,86 | 235,87 | 255,12 | 146,27 | 241,45             |
| 11-11                   | 225                      | a | —                           | —      | —      | 73,50  | 74,26  | 73,15  | 73,95              |
|                         |                          | b | —                           | —      | —      | 277,31 | 288,78 | 272,49 | 283,67             |

ACCUMULAZIONE DI SOSTANZA SECCA, DI N, DI P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, E DI K<sub>2</sub>O NEL LEGNO E NELLA CORTECCIA  
NEL CORSO DEL PERIODO VEGETATIVO 1968

| Date dei<br>rilevamenti | Sostanza secca<br>(g) |           | N (%) |           | N (g)    |           | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%) |           | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g) |           | K <sub>2</sub> O (%) |           | K <sub>2</sub> O (g) |           |
|-------------------------|-----------------------|-----------|-------|-----------|----------|-----------|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|
|                         | Legno                 | Corteccia | Legno | Corteccia | Legno    | Corteccia | Legno                             | Corteccia | Legno                             | Corteccia | Legno                | Corteccia | Legno                | Corteccia |
| 3-5                     | 0,2224                |           | 3,287 |           | 0,007310 |           | 1,470                             |           | 0,003269                          |           | 1,875                |           | 0,00417              |           |
| 28-5                    | 1,2000                | 1,0840    | 1,328 | 1,924     | 0,015936 | 0,020856  | 0,394                             | 0,645     | 0,004728                          | 0,006991  | 1,919                | 2,312     | 0,02302              | 0,02506   |
| 10-6                    | 7,2870                | 4,2660    | 0,981 | 1,706     | 0,071485 | 0,072777  | 0,352                             | 0,555     | 0,025650                          | 0,023676  | 1,698                | 2,101     | 0,12373              | 0,08962   |
| 5-7                     | 16,5580               | 8,4420    | 0,599 | 1,387     | 0,099182 | 0,117090  | 0,250                             | 0,475     | 0,041395                          | 0,040099  | 1,450                | 2,034     | 0,24009              | 0,17171   |
| 6-8                     | 62,9200               | 20,2600   | 0,463 | 1,241     | 0,291319 | 0,251426  | 0,194                             | 0,401     | 0,122064                          | 0,081242  | 1,247                | 1,920     | 0,78461              | 0,38899   |
| 5-9                     | 114,6700              | 33,5300   | 0,335 | 1,188     | 0,384144 | 0,398336  | 0,165                             | 0,407     | 0,189205                          | 0,136467  | 0,761                | 1,606     | 0,87263              | 0,53849   |
| 8-10                    | 145,7000              | 62,5000   | 0,265 | 0,983     | 0,386105 | 0,614375  | 0,155                             | 0,360     | 0,225835                          | 0,225000  | 0,410                | 1,320     | 0,59737              | 0,82500   |
| 11-11                   | 146,2000              | 63,8200   | 0,417 | 1,790     | 0,609654 | 1,142387  | 0,217                             | 0,460     | 0,317254                          | 0,293572  | 0,333                | 1,090     | 0,486846             | 0,695638  |
| 6-12                    | 146,8000              | 65,0500   | 0,430 | 1,879     | 0,631240 | 1,222289  | 0,219                             | 0,465     | 0,321492                          | 0,302482  | 0,280                | 1,112     | 0,411040             | 0,723356  |

vate in epoche diverse, il tenore di azoto non presenta fluttuazioni ragguardevoli. L'influenza dell'epoca risulta decisamente meno importante dell'età fisiologica delle foglie ai fini del loro contenuto in azoto (Tab. 12).

### Fosforo

#### *Nel fusto*

Analogamente a quanto già visto per l'azoto, il contenuto percentuale in fosforo, espresso come P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, presenta un andamento nettamente e regolarmente decrescente nel corso della stagione vegetativa, passando, rispettivamente nel legno e nella corteccia, da valori di 0,394 e di 0,645 a fine Maggio a punte minime di 0,155 e di 0,360 all'inizio di Ottobre. Ai primi di Novembre si rileva un netto aumento del tenore in Fosforo sia nel legno sia nella corteccia. L'entità di accumulo di questo elemento appare proporzionalmente inferiore a quella dell'azoto.

#### *Nelle foglie*

Nelle foglie, il contenuto percentuale in fosforo, in ogni epoca, presenta valori massimi in quelle più giovani, diminuisce con l'aumentare della loro età fisiologica e presenta punte mi-

nime in quelle cadute naturalmente (Tab. 12). Per foglie di età comparabile ma campionate in epoche diverse della stagione vegetativa si notano delle fluttuazioni modeste, analogamente a quanto già constatato per l'azoto.

### Potassio

#### *Nel fusto*

Il contenuto percentuale in potassio, espresso in K<sub>2</sub>O, presenta valori decrescenti, sia nel legno sia nella corteccia, dall'inizio alla fine della stagione vegetativa (Tab. 11).

#### *Nelle foglie*

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

TAB. 12

CONTENUTO IN N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, E K<sub>2</sub>O (% di sostanza secca) NELLE FOGLIE

| Date dei rilevamenti                             | gg dallo impianto delle talee | Settore di fusto dalla base |       |       |       |       |       | Media ponderata | Foglie cadute naturalmente |
|--|-------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|----------------------------|
|  |                               | I                           | II    | III   | IV    | V     | VI    |                 |                            |
| Sostanza nutritiva N                             |                               |                             |       |       |       |       |       |                 |                            |
| 3. 5.1968  | 33                            | 4,882                       | —     | —     | —     | —     | —     | 4,882           | —                          |
| 28. 5.1968                                       | 58                            | 3,526                       | 4,234 | —     | —     | —     | —     | 3,906           | 1,803                      |
| 10. 6.1968                                       | 71                            | 3,560                       | 4,393 | —     | —     | —     | —     | 4,169           | 1,693                      |
| 5. 7.1968  | 96                            | 2,479                       | 3,287 | 4,267 | —     | —     | —     | 3,460           | 1,746                      |
| 6. 8.1968  | 128                           | —                           | 2,571 | 3,609 | 4,627 | —     | —     | 3,834           | 1,792                      |
| 5. 9.1968  | 158                           | —                           | —     | 2,862 | 3,700 | 4,294 | —     | 3,527           | 1,560                      |
| 8.10.1968  | 191                           | —                           | —     | 2,498 | 2,681 | 3,468 | 2,898 | 3,101           | 1,763                      |
| 11.11.1968                                       | 225                           | —                           | —     | —     | 1,578 | 1,946 | 2,162 | 1,971           | 1,455                      |
| 6.12.1968  | —                             | —                           | —     | —     | —     | —     | —     | —               | 1,680                      |
| Sostanza nutritiva P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |                               |                             |       |       |       |       |       |                 |                            |
| 3. 5.1968  | 33                            | 1,360                       | —     | —     | —     | —     | —     | 1,360           | —                          |
| 28. 5.1968                                       | 58                            | 0,650                       | 0,930 | —     | —     | —     | —     | 0,800           | 0,371                      |
| 10. 6.1968                                       | 71                            | 0,704                       | 1,135 | —     | —     | —     | —     | 1,019           | 0,368                      |
| 5. 7.1968  | 96                            | 0,423                       | 0,668 | 1,168 | —     | —     | —     | 0,773           | 0,357                      |
| 6. 8.1968  | 128                           | —                           | 0,474 | 0,672 | 1,108 | —     | —     | 0,815           | 0,341                      |
| 5. 9.1968  | 158                           | —                           | —     | 0,556 | 0,850 | 1,331 | —     | 0,848           | 0,237                      |
| 8.10.1968  | 191                           | —                           | —     | 0,603 | 0,600 | 0,809 | 0,639 | 0,712           | 0,356                      |
| 11.11.1968                                       | 225                           | —                           | —     | —     | 0,247 | 0,327 | 0,400 | 0,341           | 0,239                      |
| 6.12.1968  | —                             | —                           | —     | —     | —     | —     | —     | —               | 0,328                      |
| Sostanza nutritiva K <sub>2</sub> O              |                               |                             |       |       |       |       |       |                 |                            |
| 3. 5.1968  | 33                            | 2,652                       | —     | —     | —     | —     | —     | 2,652           | —                          |
| 28. 5.1968                                       | 58                            | 2,624                       | 2,581 | —     | —     | —     | —     | 2,601           | 2,415                      |
| 10. 6.1968                                       | 71                            | 2,844                       | 2,881 | —     | —     | —     | —     | 2,871           | 2,315                      |
| 5. 7.1968  | 96                            | 2,910                       | 3,021 | 2,623 | —     | —     | —     | 2,907           | 2,275                      |
| 6. 8.1968  | 128                           | —                           | 2,625 | 2,951 | 2,901 | —     | —     | 2,869           | 2,178                      |
| 5. 9.1968  | 158                           | —                           | —     | 2,531 | 2,757 | 3,183 | —     | 2,767           | 2,135                      |
| 8.10.1968  | 191                           | —                           | —     | 2,244 | 2,382 | 2,541 | 2,428 | 2,464           | 2,013                      |
| 11.11.1968                                       | 225                           | —                           | —     | —     | 2,220 | 2,261 | 2,110 | 2,218           | 2,136                      |
| 6.12.1968  | —                             | —                           | —     | —     | —     | —     | —     | —               | 2,348                      |

gio, a Giugno e a Novembre non denuncia differenze settoriali evidenti (Tab. 12).

#### RITMO DI ASSORBIMENTO DI SOSTANZE NUTRITIZIE

Tenuto conto degli accrescimenti, espressi come sostanza secca, rilevati periodicamente considerando separatamente diverse parti di pianta, e dei relativi contenuti percentuali di N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , si sono calcolate le quantità presenti di sostanze nutritive delle quali è possibile ottenere i dati differenziali relativi all'accumulo netto nei singoli periodi e nell'intero corso del ciclo vegetativo annuale.

#### Azoto

Dai dati differenziali appare evidente che:

a) nel fusto il ritmo di assorbimento dell'azoto presenta due massimi di cui il primo si riferisce al periodo 5 Luglio-6 Agosto ed il secondo al periodo 8 Ottobre-11 Novembre (Tab. 13);

b) nelle foglie l'assorbimento risulta molto elevato in Giugno, massimo in Luglio — che corrisponde al periodo di maggior produzione fogliare —, quasi nullo in Agosto — in cui si ha la massima espansione delle foglie —, molto scarso in Settembre e negativo nei periodi successivi, in corrispondenza dell'accumulazione verificatasi nel fusto (Tabb. 13 e 14).

Dai dati cumulativi (Fig. 5) risulta evidente un accumulo progressivo dell'assorbimento dell'azoto per tutto il periodo considerato nel fusto, nelle foglie invece la provvista di azoto appare massima nel rilevamento effettuato ai primi di Ottobre e poi declina. Considerando l'intera parte epigea, la cumulazione dell'assorbimento netto risulta positivo fino all'ultimo rilevamento (6 Dicembre 1968).

Dai dati presi nel loro insieme emerge che prima della caduta delle foglie una parte dell'azoto in esse contenuto passa nel fusto. Detta migrazione non è però sufficiente a giustificare l'incremento fortissimo di tale elemento che si osserva nel legno e nella corteccia, sembrerebbe pertanto che quest'ultimo sia in parte dovuto anche ad un assorbimento radicale che prosegue almeno fino ai primi di

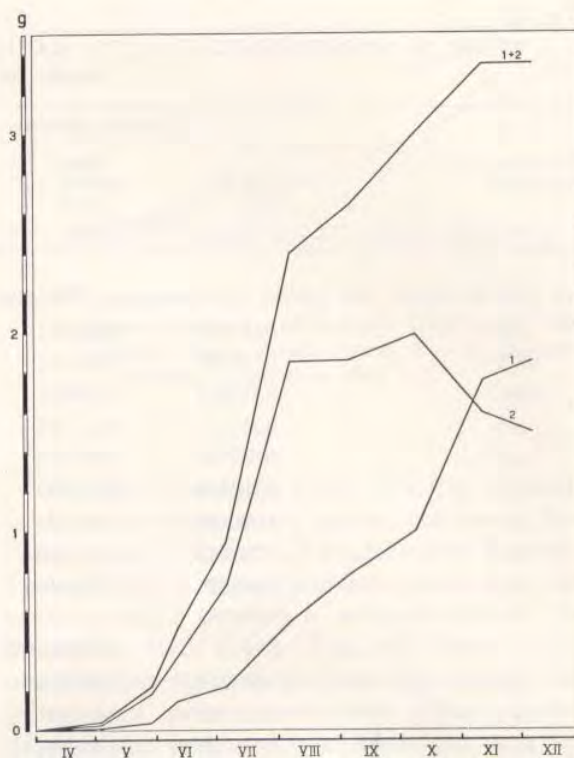


Fig. 5 - Accumulazione media per pianta di N nel fusto (curva 1), nelle foglie (curva 2) e nell'intera parte epigea (curva 1 + 2) durante il periodo vegetativo 1968.

Dicembre. E' presumibile che l'attività radicale permanga fino a quando il terreno non gela.

#### Fosforo

Dai dati differenziali (Tab. 13) relativi al fusto, risulta che l'assorbimento netto, molto modesto in Maggio, aumenta a Giugno, sale ancora per mantenersi poi all'incirca costante a Luglio, Agosto e Settembre e quindi si eleva ulteriormente ad Ottobre. A livello delle foglie l'accumulazione ha un ritmo che va aumentando lentamente a Maggio-Giugno, poi molto rapidamente a Luglio e quindi va diminuendo in Agosto per diventare negativa in Settembre e nei mesi successivi (Tabb. 13 e 14).

Dai dati cumulativi (Tab. 13 e Fig. 6) risulta che nel corso della stagione vegetativa la

TAB. 13

 RITMO DI ASSORBIMENTO DI N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O NEL CORSO DELLA STAGIONE VEGETATIVA 1968  
 (medie in g per pianta)

| Date dei<br>rilevamenti                          | Quantità cumulative |                                  |          | Quantità differenziali |                                  |           |
|--|---------------------|----------------------------------|----------|------------------------|----------------------------------|-----------|
|  | Fusto               | Foglie<br>(presenti +<br>cadute) | Totale   | Fusto                  | Foglie<br>(presenti +<br>cadute) | Totale    |
|  | (F)                 | (f)                              | (F + f)  | (F)                    | (f)                              | (F + f)   |
| Sostanza nutritiva N                             |                     |                                  |          |                        |                                  |           |
| 3-5  | 0,007310            | 0,026401                         | 0,033711 | 0,007310               | 0,026401                         | 0,033711  |
| 28-5   | 0,036792            | 0,182465                         | 0,219257 | 0,029482               | 0,156064                         | 0,185546  |
| 10-6   | 0,144262            | 0,364527                         | 0,508789 | 0,107470               | 0,182062                         | 0,289532  |
| 5-7  | 0,216272            | 0,731781                         | 0,948053 | 0,072010               | 0,367254                         | 0,439264  |
| 6-8  | 0,542745            | 1,851248                         | 2,393993 | 0,326473               | 1,119467                         | 1,445940  |
| 5-9  | 0,782480            | 1,854249                         | 2,636729 | 0,239735               | 0,003001                         | 0,242736  |
| 8-10   | 1,000480            | 1,987421                         | 2,987901 | 0,218000               | 0,133172                         | 0,351172  |
| 11-11  | 1,752032            | 1,592049                         | 3,344081 | 0,751552               | -0,395372                        | 0,356180  |
| 6-12   | 1,853529            | 1,491446                         | 3,344975 | 0,101497               | -0,100603                        | 0,000894  |
| Sostanza nutritiva P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |                     |                                  |          |                        |                                  |           |
| 3-5  | 0,003269            | 0,007354                         | 0,010623 | 0,003269               | 0,007354                         | 0,010623  |
| 28-5   | 0,011719            | 0,037394                         | 0,049113 | 0,008450               | 0,030040                         | 0,038490  |
| 10-6   | 0,049326            | 0,088504                         | 0,137830 | 0,037607               | 0,051110                         | 0,088717  |
| 5-7  | 0,081494            | 0,163125                         | 0,244619 | 0,032168               | 0,074621                         | 0,106789  |
| 6-8  | 0,203306            | 0,390488                         | 0,593794 | 0,121812               | 0,227363                         | 0,349175  |
| 5-9  | 0,325672            | 0,424625                         | 0,750297 | 0,122366               | 0,034137                         | 0,156503  |
| 8-10   | 0,450835            | 0,450835                         | 0,343013 | 0,125163               | -0,081612                        | 0,043551  |
| 11-11  | 0,610826            | 0,284547                         | 0,895373 | 0,159991               | -0,058466                        | 0,101525  |
| 6-12   | 0,623974            | 0,280110                         | 0,904084 | 0,013148               | -0,004437                        | 0,008711  |
| Sostanza nutritiva K <sub>2</sub> O              |                     |                                  |          |                        |                                  |           |
| 3-5  | 0,004170            | 0,014342                         | 0,018512 | 0,004170               | 0,014342                         | 0,018512  |
| 28-5   | 0,048080            | 0,122348                         | 0,170428 | 0,043910               | 0,108006                         | 0,151916  |
| 10-6   | 0,213350            | 0,265307                         | 0,478657 | 0,165270               | 0,142959                         | 0,308229  |
| 5-7  | 0,411800            | 0,631033                         | 1,042833 | 0,198450               | 0,365726                         | 0,564176  |
| 6-8  | 1,173600            | 1,464399                         | 2,637999 | 0,761800               | 0,833366                         | 1,595166  |
| 5-9  | 1,411120            | 1,619151                         | 3,030271 | 0,237520               | 0,154752                         | 0,392272  |
| 8-10   | 1,422370            | 1,870834                         | 3,293210 | 0,011250               | 0,251689                         | 0,262939  |
| 11-11  | 1,182484            | 1,929040                         | 3,111524 | -0,239886              | 0,058200                         | -0,181686 |
| 6-12   | 1,134396            | 1,973897                         | 3,108293 | -0,048088              | 0,044857                         | -0,003231 |

quantità di fosforo è andata aumentando gradualmente nel fusto mentre, nelle foglie, dopo aver raggiunto un massimo al rilevamento del 5 Settembre, è andata diminuendo, analogamente a quanto registrato per l'azoto. Considerando l'intera parte epigea l'accumulazione appare attiva per tutto il periodo considerato.

Mettendo in relazione i dati relativi al fusto con quelli delle foglie, risulta evidente che, a cominciare da Settembre, una parte del fosforo contenuto in queste ultime passa nel fusto ma detta migrazione non è sufficiente a giustificare l'incremento di tale elemento che si osserva nel legno e nella corteccia. Si può

TAB. 14

ASSORBIMENTO NETTO DI N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O NELLE FOGLIE (presenti e cadute) NEL CORSO DELLA STAGIONE VEGETATIVA 1968 (medie in g per pianta)

| Data dei rilevamenti                             | Foglie presenti (a) | Foglie cadute parziali (b) | Foglie cadute totali (c) | Totale delle foglie (a + c) |
|--|---------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Sostanza nutritiva N                             |                     |                            |                          |                             |
| 3-5  | 0,026401            | —                          | —                        | 0,026401                    |
| 28-5   | 0,181203            | 0,001262                   | 0,001262                 | 0,182465                    |
| 10-6   | 0,343482            | 0,019783                   | 0,021045                 | 0,364527                    |
| 5-7  | 0,699562            | 0,011174                   | 0,032219                 | 0,731781                    |
| 6-8  | 1,690901            | 0,128128                   | 0,160347                 | 1,851248                    |
| 5-9  | 1,537902            | 0,156000                   | 0,316347                 | 1,854249                    |
| 8-10   | 1,294497            | 0,376577                   | 0,692924                 | 1,987421                    |
| 11-11  | 0,680875            | 0,218250                   | 0,911174                 | 1,592049                    |
| 6-12   | —                   | 0,580272                   | 1,491446                 | 1,491446                    |
| Sostanza nutritiva P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |                     |                            |                          |                             |
| 3-5  | 0,007354            | —                          | —                        | 0,007354                    |
| 28-5   | 0,037134            | 0,000260                   | 0,000260                 | 0,037394                    |
| 10-6   | 0,083954            | 0,004300                   | 0,004550                 | 0,088504                    |
| 5-7  | 0,156280            | 0,002285                   | 0,006845                 | 0,163125                    |
| 6-8  | 0,359261            | 0,024382                   | 0,031227                 | 0,390488                    |
| 5-9  | 0,369698            | 0,023700                   | 0,054927                 | 0,424625                    |
| 8-10   | 0,212044            | 0,076042                   | 0,130969                 | 0,343013                    |
| 11-11  | 0,117728            | 0,035850                   | 0,166819                 | 0,284547                    |
| 6-12   | —                   | 0,113291                   | 0,280110                 | 0,280110                    |
| Sostanza nutritiva K <sub>2</sub> O              |                     |                            |                          |                             |
| 3-5  | 0,014342            | —                          | —                        | 0,014342                    |
| 28-5   | 0,120658            | 0,001690                   | 0,001690                 | 0,122348                    |
| 10-6   | 0,236567            | 0,027050                   | 0,028740                 | 0,265307                    |
| 5-7  | 0,587733            | 0,014560                   | 0,043300                 | 0,631033                    |
| 6-8  | 1,265372            | 0,155727                   | 0,199027                 | 1,464399                    |
| 5-9  | 1,206624            | 0,213500                   | 0,412527                 | 1,619151                    |
| 8-10   | 1,028336            | 0,429971                   | 0,842498                 | 1,870834                    |
| 11-11  | 0,766142            | 0,320400                   | 1,162898                 | 1,929040                    |
| 6-12   | —                   | 0,810999                   | 1,973897                 | 1,973897                    |

pertanto ammettere anche per il fosforo un assorbimento radicale tardivo.

### Potassio

Dai dati differenziali (Tab. 13) risulta che il periodo di più intenso assorbimento netto coincide grosso modo con il mese di Luglio, sia se si considera il fusto, sia se si considera l'intera parte epigea.

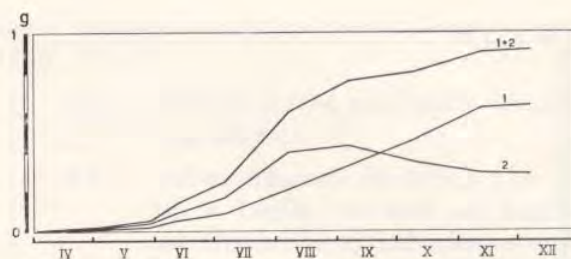


Fig. 6 - Accumulazione media per pianta di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nel fusto (curva 1), nelle foglie (curva 2) e nell'intera parte epigea (curva 1 + 2) durante il periodo vegetativo 1968.

Dai dati cumulativi (Tab. 13 e Fig. 7) risulta che, contrariamente a quanto constatato per l'azoto e per il fosforo, il quantitativo di potassio, nel fusto è andato aumentando fino al rilevamento dell'8 Ottobre e, successivamente, diminuendo. Nelle foglie (Tab. 14), invece, è aumentato per tutto il periodo considerato ma in maniera proporzionalmente inferiore alla diminuzione verificatasi nel fusto per cui, nell'intera parte epigea, la sua massima accumulazione è stata registrata non alla fine del periodo esaminato ma all'inizio di Ottobre. Per il potassio si può ammettere vi sia stata una sua parziale eliminazione dai tessuti vegetali non bilanciata da un eventuale assorbimento radicale tardivo.

### PRODUZIONE DI SOSTANZA SECCA ED ASSORBIMENTO DI N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O CUMULATIVI

Nella Fig. 8 sono graficizzati sotto forma di curve i dati riassuntivi, espressi in percento del totale dell'accumulo della sostanza secca e di diverse sostanze nutritive. Esaminando le rispettive curve appare che l'assorbimento netto di sostanze nutritive procede con un ritmo più rapido della formazione della sostanza secca. Ad esempio all'inizio di Agosto la produzione di quest'ultima ha raggiunto appena il 45% del totale mentre l'assorbimento dell'N e della P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sono stati rispettivamente pari al 72 e al 66% e quello del K<sub>2</sub>O addirittura dell'85% del totale. E' interessante notare che durante il solo mese di Luglio ad una produzione di sostanza secca pari al 30% del totale,

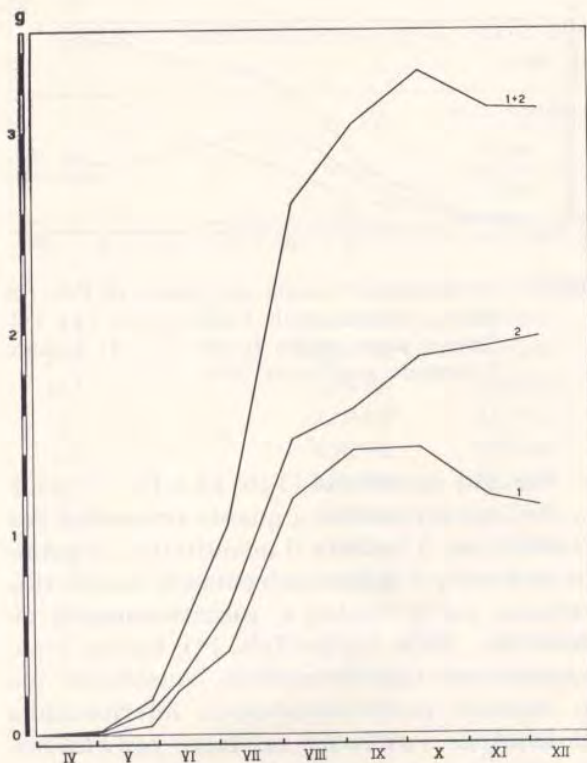


Fig. 7 - Accumulazione media per pianta di  $K_2O$  nel fusto (curva 1), nelle foglie (curva 2) e nell'intera parte epigea (curva 1 + 2) durante il periodo vegetativo 1968.

è corrisposto un assorbimento dell' $N$ , della  $P_2O_5$  e del  $K_2O$  pari rispettivamente ad oltre il 43, il 39 e il 51 % del totale. Nel periodo compreso tra Agosto e Settembre l'assorbimento netto presenta un ritmo più lento ed in ogni caso meno che proporzionale rispetto alla produzione di sostanza secca. Nel mese di Ottobre la produzione di sostanza secca cessa e l'assorbimento netto di  $N$  e di  $P_2O_5$  continua e, viceversa, diminuisce la quantità di potassio accumulata precedentemente nei tessuti vegetali.

#### COEFFICIENTI DI UTILIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI NUTRITIVI

Il coefficiente di utilizzazione, inteso come quantità in kg di un determinato principio nutritivo necessaria per la produzione di

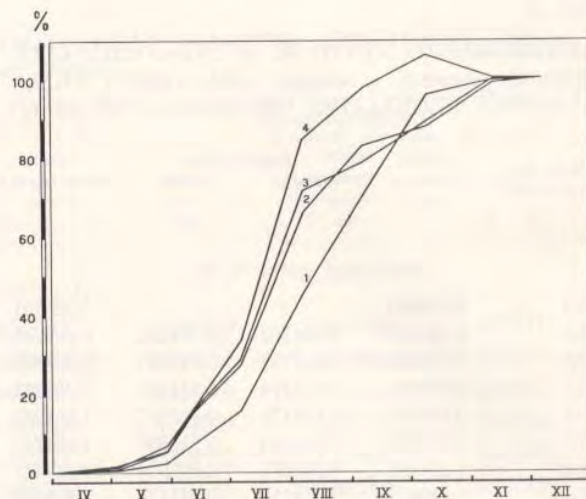


Fig. 8 - Accumulazione di sostanza secca, di  $N$ , di  $P_2O_5$ , e di  $K_2O$ , espressa in % del totale, in barbatelle di pioppo (radici escluse) durante il periodo vegetativo 1968: curva 1: sostanza secca; curva 2:  $P_2O_5$ ; curva 3:  $N$ ; curva 4:  $K_2O$ .

100 kg di sostanza secca, si identifica, nelle diverse parti di pianta e nelle varie epoche considerate nell'arco del periodo vegetativo, con i contenuti percentuali riferiti alla sostanza secca precedentemente trattati.

Alla fine del ciclo vegetativo è risultato (Tab. 15):

per l'intera parte epigea:

1,11 per l' $N$ ; 0,30 per la  $P_2O_5$ ;  
1,03 per il  $K_2O$

e separatamente per le foglie e per i fusti:

foglie: 1,66 per l' $N$ ; 0,31 per la  $P_2O_5$ ;  
2,19 per il  $K_2O$

fusti: 0,87 per l' $N$ ; 0,29 per la  $P_2O_5$ ;  
0,52 per il  $K_2O$ .

Rispetto ad una pianta erbacea di grande coltura, tipo grano, che assorbe 3 kg di azoto per q di granella prodotta (comprese tutte le parti di pianta corrispondenti a tale produzione), si può ammettere che il pioppo euroamericano '1-214', poiché fornisce materiale di natura e di destinazione diversa, a parità di sostanza secca prodotta è molto più frugale.

TAB. 15

COEFFICIENTI DI UTILIZZAZIONE DELL'AZOTO, DEL FOSFORO E DEL POTASSIO (Unità assorbite per produrre 100 parti di sostanza secca) A FINE CICLO VEGETATIVO

| Sostanza secca<br>(g) | Sostanze nutritive (g) |                               |                  |          |
|-----------------------|------------------------|-------------------------------|------------------|----------|
|                       | N                      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |          |
| Foglie (f)            | 89,9285                | 1,491446                      | 0,280110         | 1,973897 |
| Coef. ut.             | 1,658                  | 0,3115                        | 2,195            |          |
| Fusto (F)             | 211,8500               | 1,853529                      | 0,623974         | 1,134396 |
| Coef. ut.             | 0,875                  | 0,295                         | 0,525            |          |
| (F + f)               | 301,7785               | 3,344975                      | 0,904084         | 3,108293 |
| Coef. ut.             | 1,108                  | 0,299                         | 1,030            |          |

#### PRODUZIONE UNITARIA E DEPAUPERAMENTO DEL SUOLO

Ammettendo che gli elementi nutritivi contenuti nelle foglie ritornino nel terreno, poiché la produzione di sostanza secca, considerando i soli fusti, è risultata di q/ha 105,93, la quantità (kg/ha) di elementi nutritivi effettivamente asportati a fine ciclo risulta la seguente:

N : 92,68    P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 31,20    K<sub>2</sub>O : 56,72

Tali cifre, in pieno accordo con quelle ottenute in una precedente ricerca (Frison, 1967), rappresentano l'effettivo depauperamento del suolo a fine anno. Nel corso della stagione vegetativa, e precisamente nel periodo compreso tra Agosto e Ottobre, l'impovertimento del terreno risulta però molto superiore (Tab. 16) in quanto gran parte delle sostanze nutritive assorbite è contenuta nelle foglie presenti sulla pianta, foglie che solo a fine ciclo ritorneranno tutte al suolo.

#### RAPPORTI TRA I CONTENUTI DELLE SOSTANZE NUTRITIVE

In conseguenza dei diversi ritmi di assorbimento degli elementi considerati e del loro diverso metabolismo, nella parte epigea della pianta (fusti + foglie presenti), i rapporti tra i contenuti dei diversi elementi, rispetto a quello dell'azoto, fatto uguale a 1, nel corso

della stagione vegetativa variano come segue (Tab. 17):

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : tra 0,22 e 0,34 nell'intero periodo vegetativo;

K<sub>2</sub>O : valori crescenti da 0,55 a 1,09 fino a Luglio, costanti da Luglio ad Ottobre e quindi decrescenti da 1,01 a 0,61 da Ottobre a Dicembre.

TAB. 16

QUANTITA' (medie in g per pianta) DI SOSTANZE NUTRITIVE ASSORBITE DAL TERRENO E FISSATE NELLA PARTE EPIGEA DELLA PIANTA (fusto + foglie presenti) NEL CORSO DELLA STAGIONE VEGETATIVA 1968

| Date dei rilevamenti | N        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|----------------------|----------|-------------------------------|------------------|
| 3-5                  | 0,033711 | 0,010623                      | 0,018512         |
| 28-5                 | 0,217932 | 0,048853                      | 0,168738         |
| 10-6                 | 0,487744 | 0,133280                      | 0,449917         |
| 5-7                  | 0,915834 | 0,237774                      | 0,999533         |
| 6-8                  | 2,233646 | 0,562567                      | 2,438972         |
| 5-9                  | 2,320382 | 0,695370                      | 2,617744         |
| 8-10                 | 2,294977 | 0,662879                      | 2,450706         |
| 11-11                | 2,432907 | 0,728554                      | 1,948626         |
| 6-12                 | 1,853529 | 0,623974                      | 1,134396         |

#### CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E RIASSUNTO

Con la presente ricerca si è cercato di stabilire, separatamente nei diversi organi della pianta (radici escluse), l'andamento della produzione di sostanza secca e dell'assorbimento di elementi nutritivi (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) — assorbimento al netto da eventuali trasmissioni e/o dilavamenti o escrezioni — del pioppo euroamericano 'I-214' in barbatellaio nel corso del ciclo vegetativo annuale.

Il tenore di azoto e di fosforo, sia nel legno sia nella corteccia, presenta valori fortemente decrescenti dall'inizio della stagione vegetativa all'inizio di Ottobre per registrare, però, un fortissimo aumento ai primi di Novembre. Nelle foglie il contenuto percentuale



TAB. 17

RAPPORTI TRA LE SOSTANZE NUTRITIVE PRESENTI NELLA PARTE EPIGEA DELLA PIANTA (fusto + foglie presenti) NEL CORSO DELLA STAGIONE VEGETATIVA 1968

| Date dei rilevamenti | N | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|----------------------|---|-------------------------------|------------------|
| 3-5                  | 1 | 0,32                          | 0,55             |
| 28-5                 | 1 | 0,22                          | 0,77             |
| 10-6                 | 1 | 0,27                          | 0,92             |
| 5-7                  | 1 | 0,26                          | 1,09             |
| 6-8                  | 1 | 0,25                          | 1,09             |
| 5-9                  | 1 | 0,30                          | 1,13             |
| 8-10                 | 1 | 0,28                          | 1,01             |
| 11-11                | 1 | 0,30                          | 0,80             |
| 6-12                 | 1 | 0,34                          | 0,61             |

di entrambi gli elementi ha valori massimi in quelle più giovani, diminuisce con l'aumentare della loro età fisiologica e presenta punte minime in quelle cadute naturalmente. Dall'insieme dei dati emerge che una parte dell'azoto e del fosforo contenuti nelle foglie prima della loro caduta passa nel fusto. Detta migrazione non è però sufficiente a giustificare l'incremento di tali elementi riscontrato nel legno e nella corteccia; sembrerebbe pertanto che questo sia in parte dovuto anche ad un assorbimento radicale tardivo che prosegue almeno fino ai primi di Dicembre.

Il tenore di potassio, sia nel legno sia nella corteccia, presenta valori decrescenti dall'inizio alla fine della stagione vegetativa. Nelle foglie dei settori apicali (Cfr. testo) diminuisce con l'aumentare dell'età fisiologica, mentre in quelle dei settori basali segue dapprima, per periodi di lunghezza variabile a seconda del settore, un andamento crescente per poi diminuire con l'avanzare della stagione vegetativa. Nelle foglie cadute naturalmente è sempre più basso che in quelle ancora presenti sulla pianta. Al contrario di quanto succede per l'azoto e per il fosforo, la quantità di potassio accumulata nella pianta verso la fine del periodo vegetativo subisce una diminuzione, dovuta presumibilmente ad un riflusso verso le radici, accompagnato da perdite per escrezione o, anche direttamente, per li-

sciviazione per opera delle piogge, data la elevata solubilità dell'elemento considerato. In ogni caso il potassio ritorna al terreno in forma scambiabile.

Da quanto sopraesposto, è nei tessuti giovani che l'azoto, il fosforo e il potassio si trovano ai tassi più elevati. Da ciò deriva un bisogno particolarmente intenso delle piante giovani per questi elementi. Tale marcato bisogno viene all'inizio soddisfatto, per un periodo presumibilmente assai breve, dalle riserve contenute nella talea. Successivamente l'assorbimento netto (in % rispetto al totale) di sostanze nutritive procede con un ritmo più rapido della formazione della sostanza secca. Ad esempio all'inizio di Agosto la produzione di quest'ultima ha raggiunto appena il 45 % del totale mentre l'assorbimento dell'azoto e della P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sono stati rispettivamente pari al 72 e al 66 % e quello del K<sub>2</sub>O addirittura dell'85 % del totale. E' interessante notare che durante il solo mese di Luglio ad una produzione di sostanza secca pari al 30 % del totale è corrisposto un assorbimento dell'azoto, dell'anidride fosforica e dell'ossido di potassio pari rispettivamente ad oltre il 43, il 39 e il 51 % del totale. Nel periodo compreso tra Agosto e Settembre l'assorbimento netto assume un ritmo più lento ed in ogni caso proporzionalmente inferiore rispetto a quello della produzione di sostanza secca. Dal mese di Ottobre la produzione di sostanza secca praticamente cessa, l'assorbimento netto di N e di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> continua mentre diminuisce la quantità di potassio precedentemente accumulata nei tessuti vegetali.

Le conoscenze sulla fisiologia della nutrizione minerale del pioppo sono molto limitate. Dai dati di questo lavoro sembrerebbe che, almeno per il clone 'I-214', sia possibile un accumulo nei fusti di N e di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dovuto oltre che all'assorbimento durante il periodo vegetativo e al passaggio dalle foglie, anche ad un assorbimento radicale tardivo quando l'attività delle foglie va sempre più attenuandosi. Tale ipotesi appare suffragata dal fatto che in questo periodo non si nota nelle radici una diminuzione di N e di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (dati inediti). L'assorbimento tardivo potrà essere facilitato dalla disponibilità di detti elementi nel terreno. Al momento non siamo in grado di dire

quali effetti potrebbe sortire a tal fine sul pioppo l'applicazione tardiva di questi elementi quando l'attività vegetativa è già cessata, ma ancora attivo l'assorbimento radicale, pratica già sperimentata per quanto concerne l'azoto da Williams sul melo (Cfr. Lalatta et al., 1973) con risultati assai interessanti sulla fioritura e allegagione.

Particolarmente importante risulta l'assorbimento tardivo del fosforo, elemento la cui funzione biologica è di fondamentale importanza. Contrariamente all'azoto che, soprattutto nelle annate umide e quando presente in eccesso rispetto agli altri elementi, prolunga la fase vegetativa, il fosforo tende a raccorciarla e a favorire la lignificazione. Inoltre, come è ben noto, esso favorisce lo sviluppo del sistema radicale (Cfr. Van der Meiden, 1957) e migliora l'attecchimento delle talee ricavate da piante che hanno ricevuto una concimazione fosfatica (Cfr. Frison, 1967a). Ciò è di peculiare importanza nel barbatellaio che è destinato a produrre materiale da propagazione (talee) per il quale la capacità di attecchimento costituisce una caratteristica essenziale.

Per quanto riguarda il potassio si è visto che esso viene precocemente assorbito dalla pianta e può essere utilizzato nel corso della sua vegetazione per fronteggiare possibili insufficienze nell'ulteriore assorbimento. Di qui apparirebbe l'utilità di assicurare alla pianta una alimentazione sufficientemente ricca di potassio all'inizio del suo sviluppo. L'assorbimento continuato oltre la concentrazione corrispondente al massimo di accrescimento può però provocare un accumulo nei tessuti della pianta senza che vi sia un concomitante aumento di sostanza secca; si avrebbe cioè un consumo di lusso (Giulimondi et al., 1973 e Frison, 1973) al quale non corrisponde un aumento di rendimento.

Per quanto concerne i rapporti tra gli elementi nutritivi utilizzati essi, come si è visto, variano nelle diverse parti della pianta e, nell'ambito di ciascuna di queste, nel corso della stagione vegetativa. Dare un orientamento sicuro sulla scelta dei rapporti nei quali detti elementi debbono essere distribuiti non risulta facile. Dalla Tab. 17 appare che la  $P_2O_5$  sta pressappoco in rapporto di 1 a 3 rispetto all'N

ed al  $K_2O$ , sia pure con variazioni considerevoli nel corso dell'anno. Ciò però non significa che i principi fertilizzanti debbano essere apportati in questi rapporti come fanno fede i risultati ottenuti da Fritzsche in Germania e da Janson in Polonia sulla cui base vengono consigliati rapporti di 1:1:2 e di 2:3:2 rispettivamente. In ogni caso nella valutazione delle dosi da applicare per i singoli elementi fertilizzanti si deve tener conto delle reali disponibilità del terreno in sostanze nutritive assimilabili per il pioppo e della loro funzione biologica.

Da queste brevi considerazioni si può capire quanto sia complesso il problema della nutrizione minerale del pioppo; e perciò il presente lavoro contribuisce a chiarire alcuni suoi aspetti e offre spunti interessanti per approfondirlo con ulteriori indagini.

#### LAVORI CITATI

- FRISON G., 1967a - *Essais d'enracinement avec boutures de Populus deltoides Bartr. à faible capacité rhizogène*. XIV IUFRO Kong., Munchen-Sect. 22 - AG 22/24, (3): 278-298.
- FRISON G., 1967b - *Asportazioni minerali nel barbatellaio di pioppo*. Cellulosa e Carta, XVIII (12): 10-24.
- FRISON G., 1968 - *Asportazioni minerali nel vivaio di pioppi euroamericani*. Cellulosa e Carta, XIX (4): 27-30.
- 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*. FAO/IUFRO - International Symposium on Forest Fertilization, Paris, 3-7 December.
- FRISON G., 1974 - *Ricerche sulla concimazione del pioppo euroamericano 'I-214' in vivaio*. Cellulosa e Carta, XXV (7-8): 3-20.
- GIULIMONDI G., 1966 - *Contenuti minerali dei pioppi euroamericani*. Pubbl. Cent. Sper. agric. for., VIII: 193-214.
- GIULIMONDI G., 1970 - *Contenuti minerali delle pioppelle in vivaio*. Pubbl. Cent. Sper. agric. for., XI: 63-74.
- GIULIMONDI G., 1972a - *Indagine preliminare sull'efficacia della concimazione azotata in copertura al vivaio di pioppo*. Pubbl. Cent. Sper. agric. for., II (2): 145-153.
- GIULIMONDI G., 1972b - *Sulla concimazione azotata al pioppo in vivaio*. Cellulosa e Carta, XXIII (8): 25-33.
- GIULIMONDI G. e DURANTI G., 1973 - *Prova di concimazione potassica al vivaio di pioppo*. Cellulosa e Carta, XXIV (2): 42-45.

- GIULIMONDI G. e DURANTI G., 1974 - Ritmo di incremento in sostanza secca e di utilizzazione in elementi nutritivi del pioppo in vivaio durante il secondo anno. *Cellulosa e Carta*, XXV (11): 3-20.
- HENRY E., 1876 - Les cendres des essences principales de la Forêt de Haye. *Revue des Eaux et Forêt*, Juin: 1-15.
- JANSON L., 1974 - Wplyw nawożenia mineralnego sadzonek matecznych dwu klonow topol sekcji Leuce na wyniki ich rozmaznia wegetatywnego. *Prace Instytutu Badawczego Lesnictwa Nr. 477*: 74.
- LALATTA F. e FANTANA P., 1973 - Concimazione fluida delle piante arboree da frutto. *Concimi e Concimazioni*, XVII (5-6): 5-8.
- MEIDEN, H.A. VAN DER, 1957 - Reactie van populierenstek op fosfaat (een orienterende proef). *Ned. Bosb. Tijdschr.* 29 (10): 229-42.
- REMEZOV N. P. e BYKOVA L. N., 1953 - Uptake and cycle of N and ash elements in Aspen stand. *Pocvoved*, 8: 28-41. In F.A. 16 (3), 334.

### RESUME

Au cours de cette recherche dans une pépinière de « barbatelles » de peuplier du clone euro-américain 'I-214', on a effectué une série de relèvements périodiques pour évaluer, sur la base de la production en matière sèche (racines exclues) et de la relative teneur en N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et K<sub>2</sub>O, séparément pour les divers organes de la plante, soit les quantités de substances nutritives présentes en chacune période considérée, soit leur accumulation au net d'éventuelles transmigrations et/ou lessivages ou excréctions, au cours du cycle végétatif annuel.

Comme il apparaît des données obtenues, soit dans le bois, soit dans l'écorce la teneur en azote et en phosphore présente des valeurs fortement décroissantes entre le début de la saison végétative et le début d'Octobre, pour régirer, cependant, une très forte augmentation au début de Novembre. Dans les feuilles le contenu pour-cent de tous les deux éléments présente des valeurs maxima chez les plus jeunes, diminue à mesure qu'augmente leur âge physiologique et montre des valeurs minima dans celles qui sont tombées naturellement. De l'ensemble des données il ressort qu'avant la chute des feuilles une partie de l'azote et du phosphore qu'elles contiennent passe au fût. Cette migration n'est cependant pas suffisante pour justifier l'accroissement de ces éléments qu'on observe dans le bois et dans l'écorce; il paraît donc que le dernier soit dû en partie aussi à une absorption tardive par les racines, qui continue au moins jusqu'aux premiers jours de Décembre.

La teneur en potassium, aussi bien dans le bois que dans l'écorce, présente des valeurs décroissantes du début à la fin de la saison végétative. Dans les feuilles des secteurs du sommet (v. texte), la teneur en potassium diminue à mesure qu'augmente l'âge physiologique, dans celles des secteurs de la base elle suit d'abord, pendant des périodes de longueur variable selon le secteur, un décours croissant, pour diminuer ensuite au fur et à mesure que la saison avance. Dans les feuilles tombées naturelle-

ment, la teneur en potassium est toujours plus basse que dans celles qui sont encore sur la plante. Contrairement à ce qui arrive pour l'azote et pour le phosphore, la quantité de potassium accumulée dans la plante vers la fin de la période végétative subit une diminution, due présumablement à un reflux vers les racines, accompagné pas des pertes par excréction, ou bien directement par lessivage sous l'action des pluies, étant donné la haute solubilité de l'élément considéré.

De ce qu'on vient d'exposer il ressort que c'est dans les tissus jeunes que l'azote, le phosphore et le potassium se trouvent aux taux les plus élevés. De là dérive un besoin particulièrement intense des plantes jeunes en ces éléments. Ce besoin marqué est initialement satisfait, pendant une période que l'on présume très brève, par les réserves contenues dans la bouture. Successivement l'absorption nette de substances nutritives procède avec un rythme plus rapide que la formation de la matière sèche. Par exemple, au début du mois d'Août la production de la dernière a atteint à peine 45 % du total, tandis que l'absorption de l'azote et du P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ont été respectivement 72 et 66 % et celle du K<sub>2</sub>O même 85 % du total. Il est intéressant de noter que seulement pendant le mois de Juillet à une production de matière sèche égale à 30 % du total a correspondu une absorption d'azote, d'anhydride phosphorique et d'oxyde de potassium respectivement de plus de 43, de 39 et de 51 % du total. Pendant la période comprise entre Août et Septembre l'absorption nette présente un rythme plus lent et en tout cas moins que proportionnel par rapport à la production de matière sèche. Dès le mois d'Octobre la production de matière sèche cesse et l'absorption nette de N et de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> continue et, vice-versa, diminue la quantité de potassium précédemment accumulée dans les tissus végétaux.

### SUMMARY

A series of periodical surveys has been carried out in a one-year-old nursery (with spacing cm 10-12 x 130) of poplar (Populus x euramericana (Dode) Guinier, clone 'I-214') to ascertain, on the basis of the dry matter production of each tree as a whole (roots excluded) and of the component parts (leaves, bark, wood), and the relative content of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and K<sub>2</sub>O, both the quantities of nutrients uptake by the roots in each period under consideration, and their net accumulation in the various organs of the plant throughout the annual vegetative cycle.

The percentage of nitrogen and phosphorus in dry matter, in both the wood and bark, presents a heavy decrease from the beginning of the growing season until the beginning of October and at the contrary it increases again at the beginning of November. The percentage content of both elements has maximum levels in the youngest leaves, it increasingly diminishes as the leaves physiologically age and reaches a minimum in those which had naturally fallen. From the data obtained it has been seen that a part of the nitrogen and phosphorus present in the leaves passes into the stem before their falling. This migration is not, however, suffi-

cient to justify the increase of such elements found in the wood and bark; it would, therefore, seem that this is also partly due to the late root absorption which goes on until the beginning of December.

The potassium content in both the wood and bark, shows a decrease from the beginning to the end of the vegetative season: in the leaves of the apical regions (cfr. text) it continues to diminish as the leaves physiologically age, whereas, in the leaves belonging to the lower regions, at first, a constant increase follows, for a length of time varying from one region to another, and later it diminishes as the end of the vegetative season approaches. In leaves which have fallen spontaneously the potassium content is always lower than in those which are still to fall. Contrary to what happens for nitrogen and phosphorus, the amount of potassium which has been accumulated in the stem diminishes by the end of the vegetative period. This is presumably caused by its return to the roots, accompanied by loss through root excretions, or even directly, by lixiviation caused by rain, due to the high solubility of this element.

From the above mentioned data it has been seen that the highest levels of nitrogen, phosphorus and potassium may be found in the young tissues; consequently the young plants have strong need of such elements. This evident need is at first satisfied, for a fairly short period, by the store present in the cuttings, but, thereafter, the net absorption (in % compared with the total) of nutrients proceeds at a faster pace than that of the formation of the dry matter. For example, at the beginning of August the production of the dry matter only reached 45 % of the total, whereas the absorption of the nitrogen and the  $P_2O_5$  was respectively equal to 72 % and 66 % and that of  $K_2O$  even reached 85 % of the total. It is interesting to note that during the only month of July at a dry matter production equal to 30 % of the total corresponded an absorption of N,  $P_2O_5$  and  $K_2O$  respectively equal to 43, 39 and 51 % of the total. In the period running between August and September the net absorption follows a slower pace and in any case proportionately lower than that of the production of dry matter. From the month of October the production of the dry matter practically comes to a standstill, the net absorption of N and  $P_2O_5$  still continues whereas the quantity of potassium, previously accumulated in the plant tissues, decreases.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Bei vorliegendem Versuch in einem Stecklingsquartier des euro-amerikanischen Pappelklons 'I-214' ist eine Reihe von periodischen Aufnahmen durchgeführt worden, um auf Grund der Trockensubstanzerzeugung (die Wurzeln nicht einbezogen) und dem entsprechenden Gehalt an N,  $P_2O_5$  und  $K_2O$ , einzeln in jedem Organ der Pflanze, sowohl die in der jeweiligen Zeitspanne anwesenden Nährstoffmengen, als auch ihre Anhäufung unter Abzug der eventuellen Auswanderungen und/oder Auswaschungen und Ausscheidungen im Laufe der jährlichen Wachstumsperiode nachzuprüfen.

Wie aus den erhaltenen Zahlen hervorgeht, zeigt sowohl im Holz als auch in der Rinde der Stickstoff- und Phosphorgehalt stark abnehmende Werte vom Anfang der Vegetationszeit bis Anfang Oktober, um dann wieder Anfang November eine sehr starke Zunahme zu verzeichnen. In den Blättern zeigt der Prozentgehalt an beiden Elementen die höchsten Werte bei den jüngsten, nimmt mit zunehmendem physiologischen Alter ab und erreicht die niedrigsten Werte bei den naturgemäss abgefallenen. Aus der Gesamtheit der Daten geht hervor, dass vor dem Abfall der Blätter ein Teil des in ihnen enthaltenen Stickstoffs und Phosphors in den Stamm übergeht. Diese Auswanderung genügt aber noch nicht, die Zunahme dieser Elemente, die man im Holz und in der Rinde beobachten kann, zu erklären; deshalb scheint es, diese Zunahme sei zum Teil auch auf eine späte Nährstoffaufnahme durch die Wurzeln, die mindestens bis Anfang Dezember fort dauert, zurückzuführen.

Der Kaliumgehalt, sei es im Holz oder in der Rinde, zeigt vom Anfang bis zum Ende der Vegetationsperiode abnehmende Werte. Bei den Blättern der Wipfelteile (vgl. Text) nimmt der Kaliumgehalt mit steigendem physiologischem Alter ab, bei denen der unteren Teile hat er zuerst, während je nach dem Stammabschnitt wechselnden Zeiträumen, einen steigenden Verlauf, um dann bei fortschreitender Jahreszeit abzunehmen. Bei den naturgemäss abgefallenen Blättern ist der Kaliumgehalt stets niedriger als bei den an der Pflanze verbliebenen. Im Gegensatz zu dem Verhalten des Stickstoffs und des Phosphors, erfährt die in der Pflanze angesammelte Kaliummenge gegen Ende der Vegetationsperiode eine Abnahme, die wahrscheinlich auf einen Rückfluss in die Wurzeln und einen gleichzeitigen Verlust durch Ausscheidung oder eine direkte Auswaschung durch Regen infolge der hohen Löslichkeit dieses Elementes zurückzuführen ist.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass der Stickstoff, der Phosphor und das Kalium in den jungen Pflanzengeweiben die höchsten Konzentrationswerte erreichen. Darauf beruht ein besonders intensiver Bedarf an diesen Elementen bei den jungen Pflanzen. Dieser erhöhte Bedarf wird anfangs, wahrscheinlich während einer sehr kurzen Zeit, durch die im Steckling enthaltenen Reserven befriedigt. Im Folgenden geht die Nettoaufnahme von Nährstoffen mit einem rascheren Rhythmus als die Trockensubstanzerzeugung von statten. So z.B. hat Anfang August Letztere knapp 45 % der Gesamtmenge erreicht, während die Stickstoff- und  $P_2O_5$ -Aufnahme 72 bzw. 66 % und die  $K_2O$ -Aufnahme sogar 85 % der Gesamtmenge betragen. Es ist interessant festzustellen, dass im Laufe des Monats Juli allein einer Trockensubstanzerzeugung von 30 % der Gesamtmenge eine Aufnahme an Stickstoff, Phosphorsäure und Kaliumoxyd von bzw. mehr als 43, 39 und 51 % der Gesamtmenge entsprochen hat. In der Zeit von August bis September zeigt die Nettoaufnahme ein langsames und jedenfalls im Vergleich zur Trockensubstanzerzeugung weniger als proportionales Tempo. Von Oktober ab endet die Trockensubstanzerzeugung, während die Nettoaufnahme von N und  $P_2O_5$  weitergeht und im Gegensatz dazu die zuvor in den Pflanzengeweiben angehäufte Kaliummenge abnimmt.