

STUDI SASSARESI

Sezione III

1978

Volume XXVI

ANNALI DELLA FACOLTÀ DI AGRARIA DELL'UNIVERSITÀ
DI SASSARI

DIRETTORE: O. SERVAZZI

*COMITATO DI REDAZIONE: M. DATTILO - F. FATICHENTI - L. IODDA - F. MARRAS
A. MILELLA - P. PICCAROLO - A. PIETRACAPRINA - R. PROTA - G. RIVOIRA
R. SATTA - C. TESTINI - G. TORRE - A. VODREI*



ORGANO UFFICIALE
DELLA SOCIETÀ SASSARESE DI SCIENZE MEDICHE E NATURALI

GALLIZZI - SASSARI - 1980

St. Sass. III Agr.

Istituto di Coltivazioni Arboree dell'Università di Sassari
(Direttore: Prof. A. MILELLA)

**Osservazioni sulle variazioni stagionali del contenuto di
micro e macroelementi negli organi epigei delle pomacee.**

Nota 2^a: Pero « Coscia »

A. M. FRAU - M. AGABBIO

In una precedente nota (Agabbio e Frau, 1979) sono stati illustrati i risultati ottenuti sulla mobilità dei più importanti elementi nutritivi negli organi epigei del melo, evidenziando, in particolare, le variazioni stagionali dei macroelementi.

In questa sede, si riferiscono i risultati di uno studio analogo condotto sul pero ai fini di un ulteriore contributo all'approfondimento della fisiologia nutrizionale delle pomacee.

Anche per il pero la bibliografia specifica, invero alquanto limitata, indica una estrema variabilità di contenuti minerali dei vari organi, che, come già nel melo, si diversificano in modo evidente tra le varie cultivar, tra piante di una stessa cultivar e parti differenti di uno stesso organo (KENWORTHY, 1950; MULAY, 1931, 1932). A parità di condizioni, le maggiori variazioni sono risultate correlate alle fasi bio-fisiologiche dell'organo preso in esame nel corso del ciclo annuale. È noto, infatti, che tutti gli organi dell'albero mostrano durante l'anno particolari momenti di accumulo e di traslocazione delle sostanze minerali (FERNANDEZ, 1965; TAHA e Coll., 1974; MARRO, 1967; SHAPIRO e Coll., 1973), con una evidente accentuazione del fenomeno poco prima della caduta delle foglie (CATLIN e Coll., 1975; BEYERS e Coll., 1968) e durante la fase di fioritura (GOUNY e HUGUET, 1964, 1965).

In questa nota le osservazioni effettuate hanno riguardato l'intero ciclo biologico dell'albero, dal riposo invernale alla maturazione dei frutti, al fine di ottenere più ampi risultati, possibilmente trasferibili in campo applicativo.

MATERIALE E METODO

La ricerca è stata condotta nel 1976-77 presso l'Azienda « Latte Dolce » in agro di Sassari, su alberi di pero della cultivar « Coscia », di 15 anni di età, innestati su franco ed allevati a palmetta.

Dall'ottobre 1976 ad intervalli settimanali (bocci, fiori, frutticini) o quindicinali (rami, germogli, foglie frutti) si è proceduto al prelievo dei vari organi presenti sulla pianta. Per quanto riguarda i primi, i campionamenti hanno avuto inizio con la raccolta delle gemme e sono proseguiti col prelievo dei bocci fiorali, dei fiori e, quindi, dei frutti fino alla loro maturazione; in coincidenza col prelievo delle gemme hanno avuto inizio anche i campionamenti dei rami di un anno (di circa 15 cm di lunghezza) e, in seguito, dei germogli e delle foglie.

Il materiale è stato prelevato, sempre alla medesima altezza e posizione, da tre parcelle costituite da quattro piante per un totale di 12 alberi. Sui campioni così ottenuti è stata determinata la sostanza secca e, previa omogeneizzazione, eseguita l'analisi quanti-qualitativa per la determinazione dell'azoto, fosforo, potassio, calcio, sodio, magnesio, ferro, zinco, rame e manganese.

L'azoto è stato determinato col metodo di Kjeldhal, il fosforo col metodo Ferrari (1955) e gli altri elementi mediante spettrofotometria di assorbimento atomico, secondo la metodologia specificatamente indicata per questo tipo di analisi.

Parallelamente alle indagini indicate, si è proceduto al rilevamento dello sviluppo del frutto (volume, peso fresco e secco) allo scopo di evidenziare eventuali relazioni che intercorrono tra accrescimento e variazioni minerali; le stesse osservazioni sono state inoltre effettuate sulle gemme, sui fiori e sulle foglie.

I dati ottenuti sono stati opportunamente elaborati al fine di determinare i rapporti quantitativi fra i diversi macroelementi (ponendo pari a 10 il contenuto totale di azoto) nei diversi organi, e l'ammontare di macroelementi contenuti in 100 Kg di frutti, 1.000 foglie e 1 Kg di rami; ciò al fine di ricavare utili indicazioni sulle asportazioni dei diversi organi.

RISULTATI

1) *Sviluppo delle foglie andamento dei macro e microelementi*

La schiusura delle gemme a legno e la comparsa delle prime foglioline ha luogo, nella cultivar in esame, alla fine del mese di marzo. Lo sviluppo delle foglie (tab. 1, fig. 1) prosegue sino ad ottobre e la fase di maggior accrescimento risulta concentrata nei mesi di maggio e giugno; in questo periodo, infatti, il peso fresco delle foglie mostra incrementi piuttosto consistenti. Successivamente, a causa dell'elevarsi della temperatura ambientale, l'attività vegetativa subisce un leggero calo, che si traduce in un attenuarsi dell'accrescimento delle foglie, per cui i valori del peso fresco e del peso secco si mantengono costanti sino al mese di settembre, periodo in cui si conclude lo sviluppo degli organi fogliari.

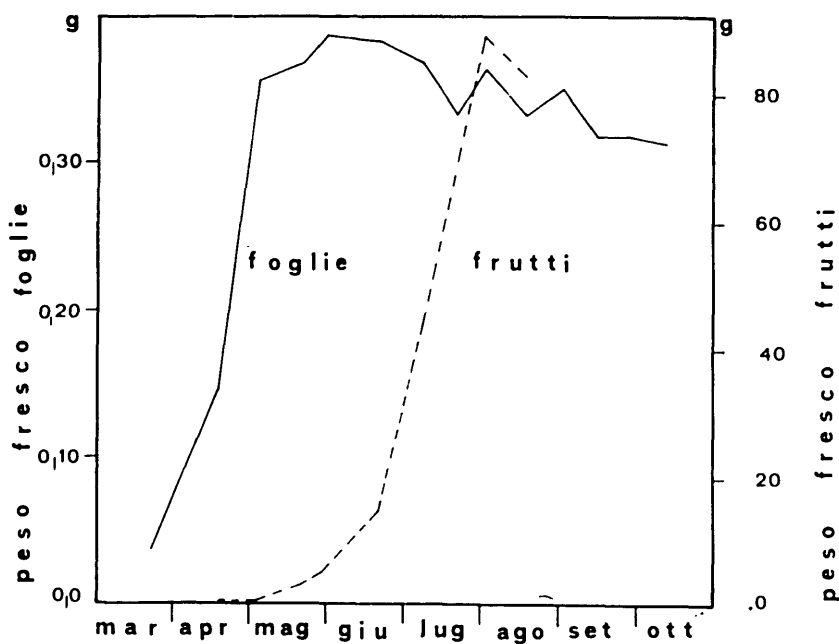


Fig. 1

Variazioni del peso fresco dei frutti e delle foglie durante le loro fasi di accrescimento.

Per quanto riguarda i principali macroelementi, dopo un primo repentino accumulo nello stadio iniziale di formazione delle foglioline, la loro concentrazione subisce un continuo decremento che prosegue nelle successi-

Tabella 1 - *Variazioni medie del peso fresco, del peso secco e della sostanza secca durante lo sviluppo delle foglie.*

| Data campionamento | peso fresco/foglia g | peso secco/foglia g | sostanza secca % |
|--------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|
| 22.3 | 0,0380 | 0,0118 | 31,0526 |
| 19.4 | 0,1485 | 0,0448 | 30,1684 |
| 3.5 | 0,3557 | 0,1125 | 31,6278 |
| 22.5 | 0,3700 | 0,1218 | 32,9459 |
| 31.5 | 0,3911 | 0,1372 | 35,0805 |
| 21.6 | 0,3838 | 0,1486 | 38,7181 |
| 7.7 | 0,3700 | 0,1567 | 42,3514 |
| 21.7 | 0,3328 | 0,1422 | 42,7284 |
| 4.8 | 0,3680 | 0,1573 | 42,7446 |
| 19.8 | 0,3361 | 0,1483 | 44,1238 |
| 3.9 | 0,3522 | 0,1583 | 44,9461 |
| 16.9 | 0,3183 | 0,1483 | 46,5913 |
| 29.9 | 0,2784 | 0,1303 | 46,8032 |
| 11.10 | 0,3138 | 0,1397 | 44,5138 |

ve fasi evolutive sino alla caduta (tab. 2, fig. 2). Al contrario il Ca, e similmente il Mg, aumentano progressivamente sino alla caduta delle foglie, presentando così un andamento inverso a quello degli altri elementi.

Si osserva infatti che, mentre l'N passa da 3435 mg nel campionamento del 19 aprile, a 1531 mg dell'ultimo campionamento, il Ca aumenta da 660 mg sino a 2493 mg nello stesso periodo.

Il comportamento del P non si discosta molto da quello dell'N. Dai 585 mg rilevati il 22 marzo, scende a mg 207 il 21 giugno e, da questo periodo in poi, si mantiene su valori abbastanza costanti.

Per quanto concerne il potassio fogliare, benché si comporti in maniera del tutto simile agli altri due principali macroelementi, si osserva una maggiore variabilità. Infine la concentrazione del Na si mantiene costante per tutto il ciclo vitale delle foglie, non presentando variazioni di rilievo.

Tabella 2 - *Contenuti minerali negli organi fogliari espressi in mg/100 g di sostanza secca o in p.p.m.*

| Data campionamento | organo | N mg/100 g | P mg/100 g | K mg/100 g | Ca mg/100 g | Na mg/100 g | Mg mg/100 g | Fe p.p.m. | Zn p.p.m. | Cu p.p.m. | Mn p.p.m. |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 22.2 | gemme a legno | 1.036 | 209 | 120 | 1.380 | 40 | 100 | 65 | 115 | 65 | 55 |
| 2.3 | » » » | 1.020 | 225 | 120 | 1.300 | 40 | 80 | 50 | 245 | 45 | 50 |
| 8.3 | » » » | 1.848 | 399 | 220 | 1.000 | 60 | 120 | 45 | 170 | 55 | 30 |
| 12.3 | » » » | 2.212 | 447 | 520 | 880 | 80 | 120 | 60 | 170 | 65 | 35 |
| 22.3 | foglioline | 3.304 | 585 | 2.000 | 800 | 80 | 200 | 130 | 65 | 35 | 55 |
| 19.4 | foglie | 3.435 | 525 | 880 | 660 | 127 | 227 | 90 | 233 | 32 | 63 |
| 3.5 | » | 2.333 | 322 | 1.233 | 1.047 | 87 | 240 | 82 | 135 | 20 | 45 |
| 22.5 | » | 1.997 | 224 | 1.073 | 1.227 | 30 | 253 | 82 | 77 | 13 | 53 |
| 31.5 | » | 1.951 | 211 | 1.600 | 1.600 | 30 | 270 | 87 | 92 | 23 | 43 |
| 21.6 | » | 1.969 | 207 | 1.047 | 1.927 | 73 | 327 | 137 | 90 | 23 | 52 |
| 7.7 | » | 1.932 | 227 | 1.293 | 1.953 | 67 | 313 | 140 | 93 | 27 | 43 |
| 21.7 | » | 1.820 | 231 | 1.020 | 1.990 | 60 | 330 | 175 | 88 | 30 | 63 |
| 4.8 | » | 1.839 | 249 | 1.087 | 2.080 | 107 | 353 | 182 | 82 | 38 | 62 |
| 19.8 | » | 1.675 | 282 | 827 | 2.487 | 40 | 333 | 163 | 107 | 17 | 68 |
| 3.9 | » | 1.736 | 243 | 1.080 | 2.313 | 60 | 313 | 143 | 98 | 17 | 55 |
| 16.9 | » | 1.727 | 278 | 1.107 | 2.473 | 40 | 287 | 160 | 88 | 10 | 46 |
| 29.9 | » | 1.624 | 284 | 1.043 | 2.363 | 60 | 260 | 168 | 108 | 14 | 57 |
| 11.10 | » | 1.531 | 348 | 1.000 | 2.493 | 107 | 240 | 177 | 115 | 15 | 52 |

I macroelementi, pur mantenendosi sempre su concentrazioni piuttosto basse, tendono ad aumentare nel corso della stagione. Il Fe passa da un valore minimo, riscontrato a maggio, di 82 p.p.m., ad un valore massimo di 182 p.p.m. rilevato alla fine di agosto, per raggiungere all'11 ottobre, data dell'ultimo campionamento, 177 p.p.m..

Allo stesso modo la concentrazione di Zn, pressoché nello stesso periodo, varia da 77 p.p.m. a 107 p.p.m., e poco prima della caduta delle foglie è pari a 115 p.p.m..

Infine il Cu mostra, durante il ciclo di sviluppo delle foglie, valori piuttosto costanti che oscillano intorno a 10-30 p.p.m.. Analogo comportamento ha il Mn che presenta valori minimi di 43 p.p.m. e massimi di 68 p.p.m..

Le variazioni di macroelementi espressi in valore assoluto, invece, sono praticamente opposte a quelle precedentemente osservate (tab. 3, fig. 2).

Tabella 3 - *Contenuti minerali totali di macroelementi degli organi fogliari espressi in mg/foglia.*

| Data campionamento | N | P | K | Ca | Na | Mg |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 22.2 | 0,0860 | 0,0173 | 0,0100 | 0,1145 | 0,0330 | 0,0084 |
| 2.3 | 0,1163 | 0,0257 | 0,0137 | 0,1482 | 0,0460 | 0,0091 |
| 8.3 | 0,1682 | 0,0363 | 0,0200 | 0,0910 | 0,0055 | 0,0109 |
| 15.3 | 0,2743 | 0,0554 | 0,0645 | 0,1091 | 0,0099 | 0,0149 |
| 22.3 | 0,3899 | 0,0690 | 0,2360 | 0,0944 | 0,0094 | 0,0236 |
| 19.4 | 1,5389 | 0,2352 | 0,3842 | 0,2957 | 0,0569 | 0,1017 |
| 3.5 | 2,6013 | 0,3590 | 1,3748 | 1,1674 | 0,0970 | 0,2670 |
| 22.5 | 3,4328 | 0,3851 | 0,8445 | 2,1092 | 0,0516 | 0,4349 |
| 31.5 | 2,6768 | 0,2895 | 2,1952 | 2,1952 | 0,0412 | 0,3704 |
| 21.6 | 2,9259 | 0,3076 | 2,5558 | 2,8635 | 0,1085 | 0,4859 |
| 7.7 | 3,0274 | 0,3557 | 2,0261 | 3,0604 | 0,1050 | 0,4905 |
| 21.7 | 2,5161 | 0,3195 | 1,4107 | 2,7522 | 0,0830 | 0,4564 |
| 4.8 | 2,8927 | 0,3901 | 1,7099 | 3,2718 | 0,1683 | 0,5553 |
| 19.8 | 2,8190 | 0,4746 | 1,3918 | 4,1856 | 0,0673 | 0,5604 |
| 3.9 | 2,7481 | 0,3847 | 1,7096 | 3,6615 | 0,0950 | 0,4955 |
| 16.9 | 2,5611 | 0,4127 | 1,6417 | 3,6675 | 0,0593 | 0,4256 |
| 29.9 | 2,1161 | 0,3701 | 1,3590 | 3,0790 | 0,0782 | 0,3388 |
| 11.10 | 2,1388 | 0,4862 | 1,3970 | 3,4827 | 0,1495 | 0,3353 |

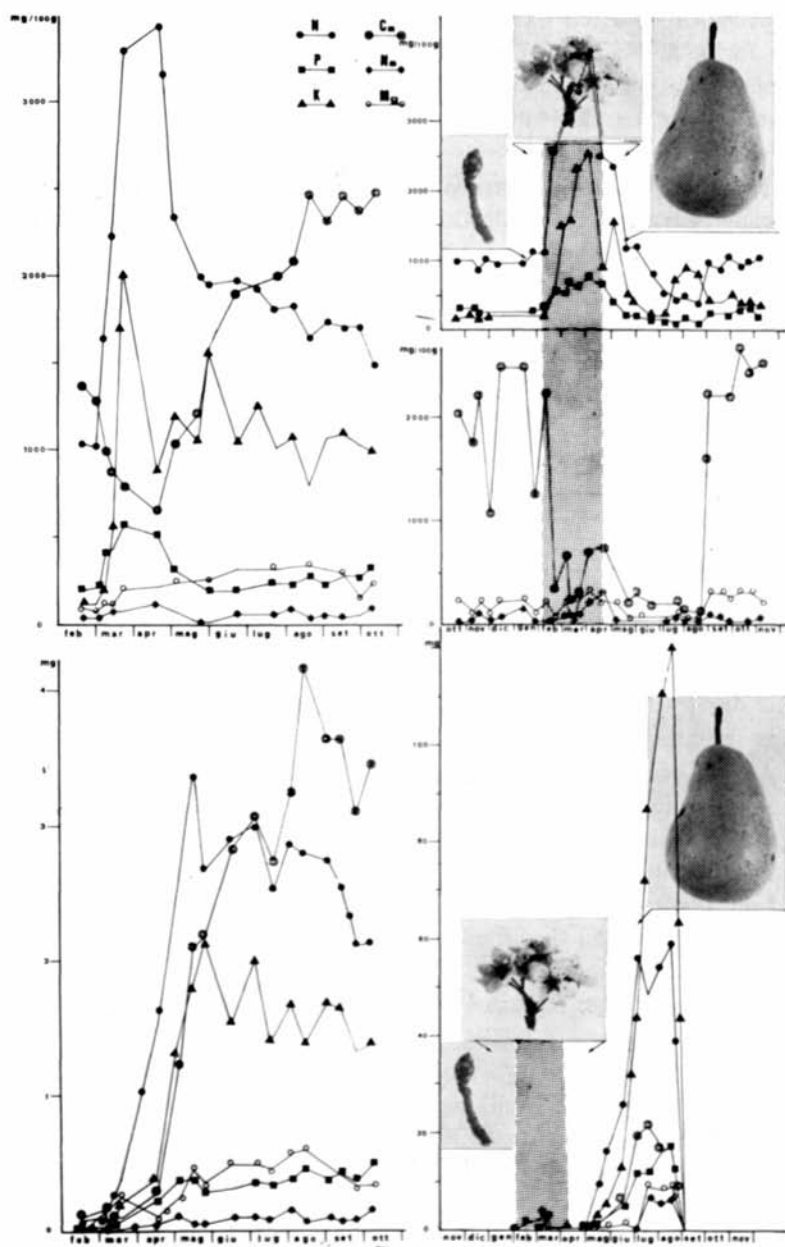


Fig. 2

Andamento dei contenuti di macroelementi nelle foglie e negli organi produttivi; a sinistra sono riportate le variazioni rilevate nelle foglie (percentuali in alto e totali in basso) e a destra i risultati delle stesse osservazioni compiute sulle gemme, sui fiori e sui frutti.

Si nota, infatti, un incremento pressoché costante del contenuto totale della foglia di N, P, K, Ca, Mg e, in una certa misura, del Na, che si protrae sino ai mesi di luglio ed agosto ed è seguito da una fase in cui non si manifestano considerevoli variazioni, ad eccezione del K, le cui variazioni risultano meno costanti.

Fra tutti gli elementi presi in esame, quelli contenuti in maggior misura nelle foglie sono l'N ed il Ca; quest'ultimo in particolare raggiunge il livello massimo nel mese di agosto con 4,19 mg per foglia.

A conferma di quanto già indicato, è utile l'analisi dei rapporti quantitativi tra i macroelementi (tab. 4, fig. 3).

I contenuti del P, K e Na rapportati a quello dell'N mostrano una certa costanza, mentre il Ca e il Mg aumentano inizialmente rispetto all'N per poi stabilizzarsi su valori costanti che, per quanto riguarda il Ca, sono notevolmente superiori a quelli dell'N.

In generale, ponendo uguale a 10 il contenuto di N, l'ammontare degli altri elementi è risultato mediamente pari a 1,4 per il P, 5,8 il K, 9,9 il Ca, 0,4 il Na, 1,5 il Mg.

2) *Contenuti minerali dei rami e dei germogli.*

Le osservazioni sui rami e sui germogli, effettuate a partire rispettivamente dal 19 ottobre al 19 aprile, hanno rilevato un comportamento molto simile fra i diversi elementi.

Le analisi sui rami (tab. 5, fig. 4) hanno fatto riscontrare un continuo accumulo di macro e microelementi da ottobre sino al periodo precedente la piena antesi ed un successivo decremento degli stessi che va via via attenuandosi fino ad arrestarsi nel periodo estivo. In seguito la concentrazione degli elementi nutritivi nei suddetti organi, aumenta ulteriormente per raggiungere i massimi livelli nei mesi invernali successivi.

Il K si discosta in parte dal comportamento degli altri costituenti minerali, avendo fatto registrare nel corso delle analisi accentuate variazioni tra un campionamento e l'altro.

Per quanto riguarda il Ca poi, pur seguendo lo stesso andamento degli altri elementi, raggiunge livelli nettamente superiori. Si osserva così che nei rami, si passa da un valore pari a 3320 mg su 100 g di sostanza secca, rilevato il 22 febbraio, a 1320 mg il 21 luglio, e si raggiungono i 2967 mg il 25 ottobre.

Anche i microelementi in linea di massima hanno fornito risultati simili a quelli rilevati per i macroelementi, nonostante abbiano mostrato maggiori variazioni.

Tabella 4 - Rapporti fra macroelementi negli organi fogliari ottenuti ponendo pari a 10 i rispettivi contenuti di azoto.

| Data campionamento | organo | N | P | K | Ca | Na | Mg |
|--------------------|---------------|----|---|---|----|-----|-----|
| 22.2 | gemme a legno | 10 | 2 | 1 | 13 | 0,4 | 1,0 |
| 2.3 | » » » | 10 | 2 | 1 | 13 | 0,4 | 0,8 |
| 8.3 | » » » | 10 | 2 | 1 | 5 | 0,3 | 0,6 |
| 15.3 | » » » | 10 | 2 | 2 | 4 | 0,4 | 0,5 |
| 22.3 | foglioline | 10 | 2 | 6 | 2 | 0,2 | 0,6 |
| 19.4 | foglie | 10 | 2 | 3 | 2 | 0,4 | 0,7 |
| 3.5 | » | 10 | 1 | 5 | 5 | 0,4 | 0,1 |
| 22.5 | » | 10 | 1 | 5 | 6 | 0,2 | 1,3 |
| 21.5 | » | 10 | 1 | 8 | 8 | 0,2 | 1,4 |
| 21.6 | » | 10 | 1 | 5 | 10 | 0,4 | 0,7 |
| 7.7 | » | 10 | 1 | 7 | 10 | 0,3 | 1,6 |
| 21.7 | » | 10 | 2 | 6 | 11 | 0,3 | 1,8 |
| 4.8 | » | 10 | 1 | 6 | 11 | 0,6 | 1,9 |
| 19.8 | » | 10 | 2 | 5 | 15 | 0,2 | 2,0 |
| 3.9 | » | 10 | 1 | 6 | 13 | 0,3 | 1,8 |
| 16.9 | » | 10 | 2 | 6 | 14 | 0,2 | 1,7 |
| 29.9 | » | 10 | 2 | 6 | 15 | 0,4 | 1,6 |
| 11.10 | » | 10 | 2 | 7 | 16 | 0,7 | 1,6 |

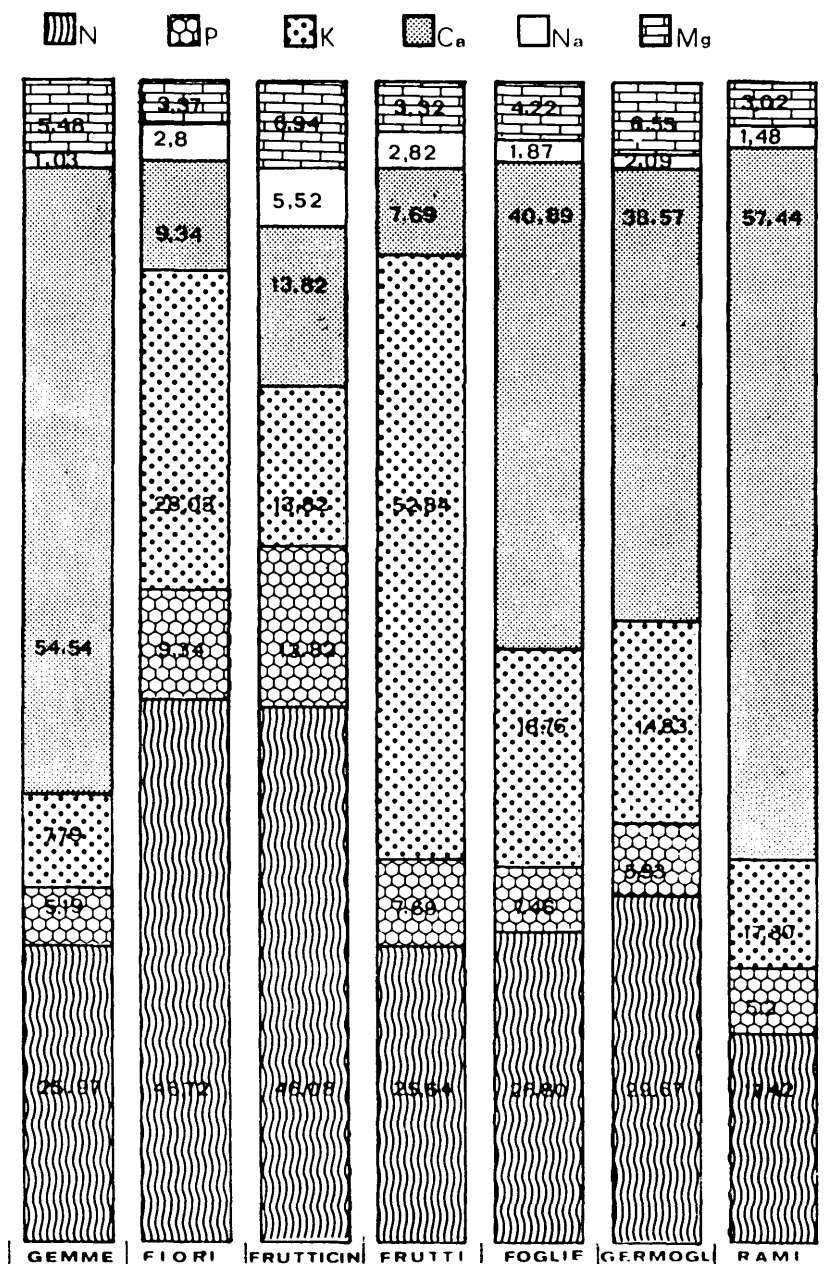


Fig. 3

Elaborazione percentuale dell'ammontare di macroelementi ottenuta ponendo pari a 100 la somma dei contenuti totali di ciascun organo.

Tabella 5 - *Contenuti minerali nei rami e nei germogli espressi in mg/100 g di sostanza secca o in p.p.m.*

| Data campionamento | N | | P | | K | | Ca | | Na | | Mg | | Fe | | Zn | | Cu | | Mn | |
|-----------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| | mg/100 rami | mg/100 ger- mogli | mg/100 rami | mg/100 ger- mogli | mg/100 rami | mg/100 ger- mogli | mg/100 rami | mg/100 ger- mogli | mg/100 rami | mg/100 ger- mogli | mg/100 rami | mg/100 ger- mogli | p.p.m. rami | p.p.m. ger- mogli | p.p.m. rami | p.p.m. ger- mogli | p.p.m. rami | p.p.m. ger- mogli | p.p.m. rami | p.p.m. ger- mogli |
| 19.10 | 798 | 176 | 560 | 1.567 | 23 | 193 | 48 | 52 | 23 | 31 | | | | | | | | | | |
| 6.11 | 798 | 219 | 447 | 2.540 | 47 | 197 | 53 | 72 | 55 | 28 | | | | | | | | | | |
| 16.11 | 933 | 228 | 490 | 2.740 | 37 | 217 | 59 | 102 | 92 | 31 | | | | | | | | | | |
| 30.11 | 835 | 221 | 523 | 2.153 | 77 | 213 | 43 | 71 | 45 | 28 | | | | | | | | | | |
| 14.12 | 882 | 223 | 433 | 3.123 | 63 | 213 | 58 | 101 | 89 | 28 | | | | | | | | | | |
| 11.1 | 919 | 221 | 443 | 2.253 | 57 | 220 | 48 | 70 | 42 | 30 | | | | | | | | | | |
| 25.1 | 999 | 235 | 377 | 2.730 | 43 | 230 | 53 | 83 | 68 | 38 | | | | | | | | | | |
| 8.2 | 887 | 222 | 413 | 2.363 | 67 | 233 | 45 | 108 | 42 | 39 | | | | | | | | | | |
| 22.2 | 929 | 228 | 373 | 3.320 | 53 | 247 | 63 | 130 | 60 | 34 | | | | | | | | | | |
| 2.3 | 896 | 236 | 383 | 3.130 | 40 | 237 | 62 | 119 | 68 | 33 | | | | | | | | | | |
| 8.3 | 751 | 210 | 333 | 3.103 | 53 | 217 | 60 | 150 | 78 | 28 | | | | | | | | | | |
| 15.3 | 803 | 206 | 307 | 3.313 | 70 | 220 | 69 | 154 | 80 | 23 | | | | | | | | | | |
| 22.3 | 733 | 189 | 370 | 2.893 | 47 | 197 | 53 | 113 | 67 | 22 | | | | | | | | | | |
| 5.4 | 817 | 173 | 353 | 3.827 | 63 | 250 | 74 | 149 | 143 | 21 | | | | | | | | | | |
| 19.4 | 835 | 3.248 | 172 | 716 | 317 | 540 | 2.960 | 2.160 | 63 | 260 | 210 | 560 | 67 | 65 | 133 | 160 | 81 | 45 | 17 | 35 |
| 3.5 | 709 | 1.620 | 164 | 340 | 343 | 1.173 | 2.407 | 1.280 | 70 | 37 | 147 | 333 | 54 | 31 | 129 | 65 | 69 | 19 | 15 | 16 |
| 22.5 | 733 | 1.003 | 185 | 242 | 257 | 733 | 2.053 | 913 | 90 | 27 | 137 | 197 | 48 | 37 | 88 | 43 | 48 | 15 | 7 | 13 |
| 31.5 | 677 | 985 | 188 | 223 | 428 | 733 | 2.013 | 1.053 | 53 | 30 | 160 | 200 | 43 | 34 | 87 | 33 | 41 | 15 | 6 | 18 |
| 21.6 | 765 | 919 | 228 | 206 | 413 | 707 | 1.320 | 1.207 | 50 | 43 | 73 | 200 | 37 | 32 | 79 | 38 | 43 | 16 | 12 | 15 |
| 7.7 | 719 | 854 | 207 | 222 | 360 | 743 | 2.523 | 1.137 | 53 | 60 | 143 | 170 | 52 | 22 | 89 | 33 | 63 | 16 | 15 | 13 |
| 21.7 | 747 | 826 | 228 | 192 | 360 | 643 | 3.043 | 1.253 | 47 | 23 | 157 | 193 | 53 | 30 | 103 | 36 | 82 | 16 | 16 | 19 |
| 4.8 | 747 | 882 | 227 | 192 | 363 | 557 | 2.550 | 1.113 | 90 | 43 | 150 | 193 | 48 | 29 | 88 | 33 | 55 | 20 | 17 | 18 |
| 19.8 | 709 | 747 | 214 | 189 | 333 | 667 | 2.013 | 867 | 50 | 27 | 143 | 143 | 46 | 20 | 68 | 30 | 48 | 13 | 18 | 15 |
| 3.9 | 667 | 719 | 179 | 175 | 353 | 1.910 | 893 | 893 | 40 | 20 | 133 | 157 | 45 | 19 | 60 | 28 | 39 | 15 | 18 | 17 |
| 16.9 | 821 | 854 | 223 | 227 | 433 | 467 | 2.317 | 1.607 | 83 | 83 | 163 | 237 | 47 | 28 | 78 | 38 | 51 | 22 | 17 | 28 |
| 29.9 | 742 | 765 | 216 | 199 | 413 | 527 | 2.677 | 1.193 | 40 | 33 | 143 | 183 | 51 | 20 | 84 | 30 | 64 | 23 | 18 | 25 |
| 11.10 | 831 | 789 | 235 | 202 | 430 | 503 | 2.143 | 1.590 | 57 | 40 | 150 | 207 | 49 | 39 | 69 | 41 | 46 | 23 | 19 | 35 |
| 25.10 | 910 | 873 | 255 | 214 | 463 | 590 | 2.967 | 1.073 | 30 | 30 | 167 | 177 | 53 | 48 | 84 | 46 | 50 | 23 | 23 | 25 |
| 8.11 | 961 | 246 | 450 | 2.807 | 10 | 210 | 63 | 83 | 38 | 27 | | | | | | | | | | |

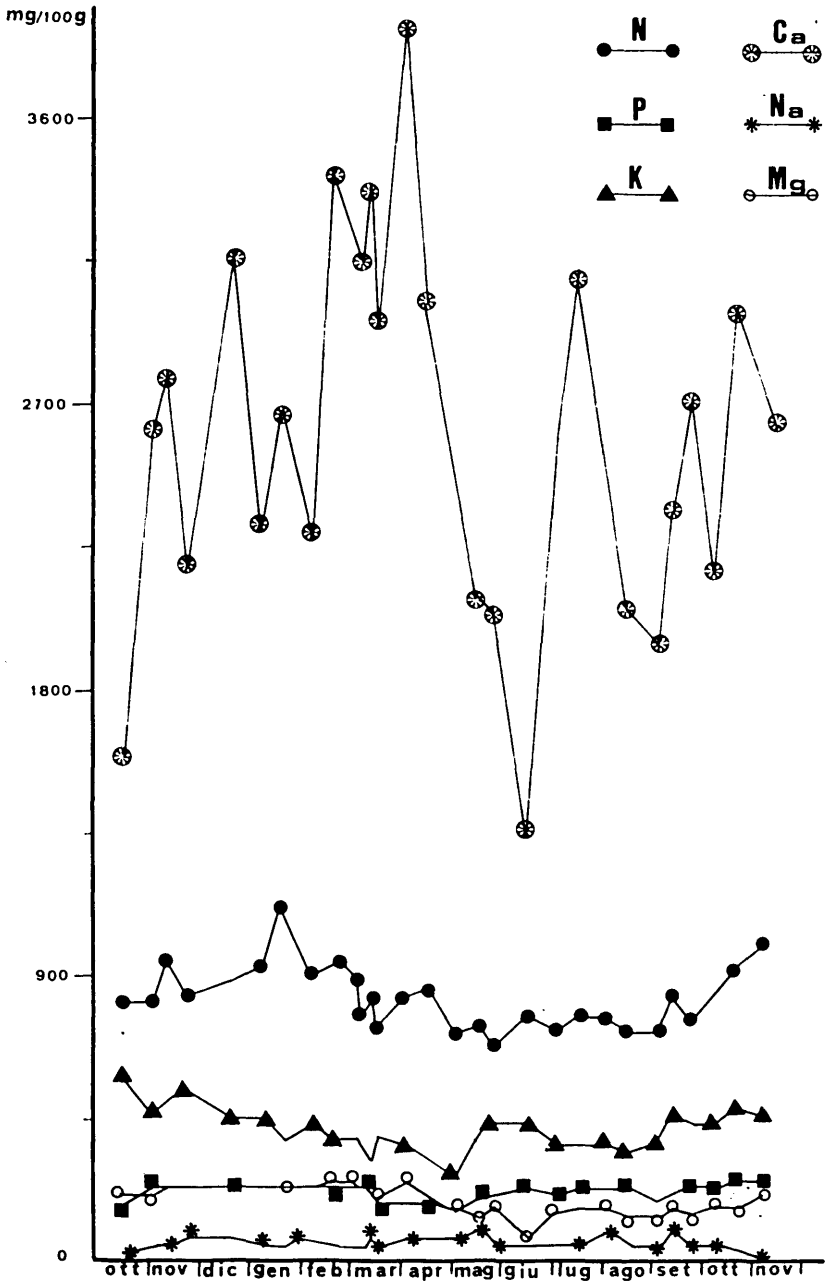


Fig. 4

Variazioni stagionali dei macroelementi nei rami espressi in mg/100 g di sostanza secca.

Esaminando, infine, i rapporti fra macroelementi nei rami e nei germogli (tab. 6, fig. 3), si osserva l'elevato contenuto di Ca, che, come già accennato, è presente nei suddetti organi in quantità a volte superiore anche di quattro volte il contenuto di N; mentre il P ed il K, sempre rispetto all'N, sono contenuti in quantità notevolmente inferiori.

3) *Accrescimento del frutto e variazioni degli elementi minerali negli organi produttivi*

Lo sviluppo del frutto ha inizio dopo la metà di aprile e si conclude ai primi di agosto.

Nella tabella 7 e nella fig. 1, nella parte relativa all'elaborazione grafica dell'accrescimento del frutto, si osserva un lieve, ma progressivo incremento del peso fresco che dal 19 aprile, data del primo campionamento, al 21 giugno, passa da g 0,0537 a g 15,16, seguito da un rapido incremento che porta ad un valore finale pari a g 90,37 il 4 agosto. Alla fine dell'accrescimento, il frutto manifesta una leggera diminuzione del peso fresco legata alla perdita di parte della umidità in esso contenuta.

Il volume e il peso secco del frutto mostrano un andamento del tutto simile a quello del peso fresco, con incrementi progressivi dall'allegagione alla maturazione, incrementi che però sono più consistenti dopo il mese di giugno.

Per quanto concerne la percentuale di sostanza secca, questa, da un valore iniziale del 25,88% decresce ad un minimo del 13,35% al termine dell'accrescimento del frutto.

I contenuti minerali degli organi produttivi, determinati nelle diverse fasi evolutive, hanno fatto riscontrare variazioni lineari, sia quando i quantitativi di macro e microelementi sono espressi in termini percentuali (tab. 8, fig. 2), sia quando sono espressi in valore assoluto (tab. 9, fig. 2), mostrando inoltre un'analogia di comportamento dei principali elementi (N, P, K) in ciascuno degli organi presi in esame.

La concentrazione di N aumenta con regolarità nelle gemme, nei bottoni fiorali e nei fiori, sino a raggiungere il massimo valore in corrispondenza dell'ingrossamento dell'ovario, valore che è pari a mg 4107 su 100 gr di sostanza secca. Da questo stadio in poi si verifica un continuo decremento di N nei frutti che si protrae sino alla maturazione degli stessi, in coincidenza della quale il contenuto di N scende a 420 mg.

I dati relativi al P presentano un andamento molto simile a quelli dell'N.

Tabella 6 - Rapporti fra i vari macroelementi nei rami (r) e nei germogli (g).

| Data campionamento | N | | P | | K | | Ca | | Na | | Mg | |
|-----------------------|----|----|---|---|---|---|----|----|-----|-----|-----|-----|
| | r | g | r | g | r | g | r | g | r | g | r | g |
| 19.10 | 10 | | 2 | | 7 | | 20 | | 0,3 | | 2,4 | |
| 6.11 | 10 | | 3 | | 6 | | 32 | | 0,6 | | 2,5 | |
| 16.11 | 10 | | 2 | | 5 | | 29 | | 0,4 | | 2,3 | |
| 30.11 | 10 | | 3 | | 6 | | 26 | | 0,9 | | 2,6 | |
| 14.12 | 10 | | 3 | | 5 | | 35 | | 0,7 | | 2,4 | |
| 11.1 | 10 | | 2 | | 5 | | 25 | | 0,6 | | 2,4 | |
| 25.1 | 10 | | 2 | | 4 | | 27 | | 0,4 | | 2,3 | |
| 8.1 | 10 | | 3 | | 5 | | 27 | | 0,8 | | 2,6 | |
| 22.2 | 10 | | 3 | | 4 | | 36 | | 0,6 | | 2,7 | |
| 2.3 | 10 | | 3 | | 4 | | 35 | | 0,4 | | 2,6 | |
| 8.3 | 10 | | 3 | | 4 | | 41 | | 0,7 | | 2,9 | |
| 15.3 | 10 | | 3 | | 4 | | 41 | | 0,9 | | 2,7 | |
| 22.3 | 10 | | 3 | | 5 | | 40 | | 0,6 | | 2,7 | |
| 5.4 | 10 | | 2 | | 4 | | 47 | | 0,8 | | 3,1 | |
| 19.4 | 10 | 10 | 2 | 2 | 4 | 2 | 35 | 7 | 0,8 | 0,8 | 2,5 | 1,7 |
| 3.5 | 10 | 10 | 2 | 2 | 3 | 7 | 34 | 8 | 1,0 | 0,2 | 2,1 | 2,1 |
| 22.5 | 10 | 10 | 3 | 2 | 4 | 7 | 28 | 9 | 1,2 | 0,3 | 1,9 | 2,0 |
| 31.5 | 10 | 10 | 3 | 2 | 6 | 7 | 30 | 11 | 0,8 | 0,3 | 2,4 | 2,0 |
| 21.6 | 10 | 10 | 3 | 2 | 5 | 8 | 17 | 13 | 0,7 | 0,5 | 1,0 | 2,0 |
| 7.7 | 10 | 10 | 3 | 3 | 5 | 9 | 35 | 13 | 0,7 | 0,7 | 2,0 | 2,0 |
| 21.7 | 10 | 10 | 3 | 2 | 5 | 8 | 41 | 15 | 0,6 | 0,3 | 2,1 | 2,3 |
| 4.8 | 10 | 10 | 3 | 2 | 5 | 6 | 34 | 13 | 1,2 | 0,5 | 2,0 | 2,2 |
| 19.8 | 10 | 10 | 3 | 3 | 5 | 9 | 28 | 12 | 0,7 | 0,4 | 2,0 | 1,9 |
| 3.9 | 10 | 10 | 3 | 2 | 5 | 7 | 29 | 12 | 0,6 | 0,3 | 2,0 | 2,2 |
| 16.9 | 10 | 10 | 3 | 3 | 5 | 6 | 28 | 19 | 1,0 | 1,0 | 2,0 | 2,8 |
| 29.9 | 10 | 10 | 3 | 3 | 6 | 7 | 36 | 16 | 0,5 | 0,4 | 1,9 | 2,4 |
| 11.10 | 10 | 10 | 3 | 3 | 5 | 6 | 26 | 20 | 0,7 | 0,5 | 1,8 | 2,6 |
| 25.10 | 10 | 10 | 3 | 3 | 5 | 7 | 33 | 12 | 0,3 | 0,3 | 1,8 | 2,0 |
| 8.4 | 10 | | 3 | | 5 | | 29 | | 0,1 | | 2,2 | |

Il contenuto iniziale di questo elemento è pari a mg 161 nelle gemme campionate il 19 ottobre, sale a mg 793 nei fiori e diminuisce costantemente nel frutto sino ad un valore finale pari a mg 122.

Tabella 7 - *Variazioni medie del volume, del peso fresco e secco e della sostanza secca durante l'accrescimento del frutto.*

| Data campionamento | volume cm ³ | peso fresco g | peso secco g | sostanza secca % |
|--------------------|------------------------|---------------|--------------|------------------|
| 19.4 | 0,0501 | 0,0537 | 0,0139 | 25,8845 |
| 3.5 | 0,1010 | 0,1138 | 0,0231 | 20,2988 |
| 22.5 | 3,3333 | 3,4444 | 0,8222 | 23,8706 |
| 31.5 | 5,1875 | 5,2750 | 1,2625 | 23,9336 |
| 21.6 | 17,0600 | 15,1600 | 3,0400 | 20,0528 |
| 7.7 | 46,2500 | 44,5000 | 9,5500 | 21,4607 |
| 21.7 | 72,6667 | 70,1333 | 10,8667 | 15,4944 |
| 4.8 | 91,6667 | 90,3667 | 12,0667 | 13,3530 |
| 19.8 | 85,0000 | 83,6667 | 14,1667 | 16,9323 |

Analogamente il contenuto in K aumenta nelle gemme, nei bottoni florali e nei fiori in cui raggiunge il valore massimo, pari a mg 2633; successivamente, durante il periodo di sviluppo del frutto, i contenuti vanno via via attenuandosi. Nei frutti maturi, il K al contrario dell'N e del P, si riscontra in quantità ancora rilevante, raggiungendo nel campionamento del 4 agosto un livello di 920 mg.

Diversamente dai tre elementi precedentemente considerati, si comportano il Ca e, in misura inferiore, il Mg.

Le analisi sul Ca, che riveste particolare importanza essendo contenuto in questi organi in concentrazioni piuttosto elevate, indicano una fase di accumulo nelle gemme (2140 mg al primo campionamento) ed un repentino decremento nelle successive fasi di bottone florale e fiore.

In questi ultimi si è riscontrato un contenuto di Ca molto basso compreso tra un minimo di 227 mg ed un massimo di 733 mg.

Nei frutti la diminuzione dell'elemento preso in esame si mostra ancor più evidente, tant'è che in essi il Ca raggiunge il livello minimo che è pari a 120 mg.

Tabella 8 - *Contenuti percentuali di micro e macroelementi negli organi produttivi del pero espressi in mg/100 g di sostanza secca o in p.p.m.*

| Data cam- pionamento | organo | N mg/100 g | P mg/100 g | K mg/100 g | Ca mg/100 g | Na mg/100 g | Mg mg/100 g | Fe p.p.m. | Zn p.p.m. | Cu p.p.m. | Mn p.p.m. |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 19.10 | gemme | 1.064 | 161 | 320 | 2.140 | — | 260 | 85 | 110 | 100 | 55 |
| 6.11 | » | 1.036 | 185 | 300 | 1.820 | 20 | 140 | 70 | 95 | 900 | 55 |
| 16.11 | » | 930 | 157 | 280 | 2.340 | 120 | 200 | 65 | 80 | 60 | 40 |
| 30.11 | » | 1.036 | 218 | 280 | 1.120 | 20 | 140 | 45 | 80 | 55 | 55 |
| 14.12 | » | 1.008 | 236 | 240 | 2.600 | 80 | 220 | 60 | 95 | 55 | 45 |
| 11.1 | » | 980 | 203 | 260 | 2.600 | 160 | 260 | 40 | 80 | 30 | 50 |
| 25.1 | » | 1.120 | 218 | 260 | 1.280 | 20 | 140 | 60 | 80 | 50 | 50 |
| 8.2 | » | 1.120 | 218 | 340 | 2.360 | 40 | 240 | 50 | 190 | 45 | 55 |
| 22.2 | bocci | 2.260 | 598 | 640 | 380 | 20 | 80 | 50 | 120 | 60 | 40 |
| 2.3 | » | 3.052 | 567 | 1.580 | 660 | 60 | 220 | 60 | 225 | 55 | 45 |
| 8.3 | bocci + fiori | 3.481 | 662 | 1.600 | 227 | 60 | 107 | 68 | 135 | 63 | 45 |
| 15.3 | » | 3.597 | 662 | 1.797 | 293 | 80 | 153 | 100 | 133 | 58 | 37 |
| 22.3 | » | 3.597 | 656 | 2.427 | 330 | 100 | 260 | 97 | 83 | 43 | 37 |
| 5.4 | fiori | 4.107 | 793 | 2.633 | 733 | 227 | 340 | 120 | 115 | 62 | 53 |
| 19.4 | frutticini | 2.604 | 666 | 880 | 780 | 320 | 300 | 200 | 560 | 100 | 100 |
| 3.5 | frutti | 2.324 | 422 | 1.680 | 560 | 5 | 220 | 50 | 120 | 25 | 25 |
| 22.5 | » | 1.232 | 224 | 520 | 240 | 5 | 100 | 55 | 30 | 20 | 20 |
| 31.5 | » | 1.260 | 208 | 460 | 280 | 5 | 60 | 50 | 25 | 25 | 15 |
| 21.6 | » | 840 | 162 | 460 | 220 | 5 | 60 | 30 | 40 | 30 | 20 |
| 7.7 | » | 588 | 130 | 460 | 210 | 5 | 60 | 50 | 20 | 20 | 15 |
| 21.7 | » | 448 | 112 | 800 | 200 | 70 | 90 | 53 | 13 | 13 | 3 |
| 4.8 | » | 448 | 136 | 920 | 140 | 50 | 70 | 25 | 23 | 25 | 5 |
| 19.8 | » | 420 | 122 | 850 | 120 | 50 | 70 | 20 | 13 | 13 | 8 |
| 3.9 | gemme | 980 | 260 | 440 | 2.240 | 100 | 300 | 50 | 50 | 55 | 40 |
| 16.9 | » | 952 | 260 | 400 | 2.320 | 80 | 300 | 40 | 70 | 50 | 50 |
| 29.9 | » | 1.092 | 260 | 520 | 2.300 | 40 | 280 | 35 | 60 | 60 | 75 |
| 11.10 | » | 1.008 | 320 | 420 | 2.760 | 40 | 300 | 30 | 33 | 50 | 35 |
| 25.10 | » | 966 | 300 | 420 | 2.600 | 40 | 300 | 40 | 50 | 50 | 35 |
| 8.11 | » | 1.920 | 236 | 380 | 2.640 | 60 | 260 | 50 | 88 | 60 | 50 |

Tabella 9 - *Contenuti totali di macroelementi delle gemme, dei fiori e dei frutti espressi in mg per singolo organo esaminato.*

| Data campionamento | organo | N | P | K | Ca | Na | Mg |
|--------------------|---------------|---------|---------|----------|---------|--------|--------|
| 16.11 | gemme | 0,0893 | 0,0151 | 0,0269 | 0,2246 | 0,0115 | 0,0191 |
| 30.11 | » | 0,0997 | 0,0209 | 0,0269 | 0,1075 | 0,0019 | 0,0134 |
| 14.12 | » | 0,1119 | 0,0262 | 0,0266 | 0,2886 | 0,0089 | 0,0244 |
| 11.1 | » | 0,1078 | 0,0223 | 0,0286 | 0,2860 | 0,0176 | 0,0286 |
| 25.1 | » | 0,1232 | 0,0240 | 0,0286 | 0,1408 | 0,0022 | 0,0154 |
| 8.2 | » | 0,1344 | 0,0262 | 0,0408 | 0,2832 | 0,0048 | 0,0288 |
| 22.2 | bocci fiorali | 1,2566 | 0,3325 | 0,3558 | 0,2113 | 0,0111 | 0,0445 |
| 2.3 | » | 2,2127 | 0,4111 | 1,1455 | 0,4785 | 0,0452 | 0,1595 |
| 8.3 | bocci + fiori | 3,6481 | 0,6938 | 1,6768 | 0,2379 | 0,0629 | 0,1121 |
| 15.3 | » | 0,6618 | 0,1218 | 0,3306 | 0,0539 | 0,0147 | 0,0282 |
| 22.3 | » | 0,8071 | 0,1476 | 0,5461 | 0,0749 | 0,0225 | 0,0585 |
| 5.4 | fiori | 0,8235 | 0,1626 | 0,5398 | 0,1503 | 0,0465 | 0,0697 |
| 19.4 | frutticini | 0,2869 | 0,0926 | 0,1235 | 0,1084 | 0,0445 | 0,0417 |
| 3.5 | frutti | 0,5368 | 0,0975 | 0,3881 | 0,1294 | 0,0012 | 0,0508 |
| 22.5 | » | 10,1295 | 1,8417 | 4,2754 | 1,9733 | 0,0411 | 0,0822 |
| 31.5 | » | 15,9075 | 2,6260 | 5,8075 | 3,5350 | 0,0631 | 0,7575 |
| 21.6 | » | 25,5360 | 4,9248 | 13,9840 | 6,8880 | 0,1520 | 1,8240 |
| 7.7 | » | 56,1540 | 12,4150 | 43,9300 | 20,0550 | 0,4775 | 5,7300 |
| 21.7 | » | 48,6828 | 12,1931 | 86,9339 | 21,7334 | 7,6207 | 9,7980 |
| 4.8 | » | 54,0588 | 16,4107 | 111,0136 | 16,8939 | 6,0334 | 8,4467 |
| 19.8 | » | 59,5001 | 17,2834 | 120,4170 | 17,0000 | 7,0834 | 9,9167 |
| 3.9 | » | 0,1058 | 0,0281 | 0,0475 | 0,2419 | 0,0108 | 0,0324 |
| 16.9 | gemme | 0,1047 | 0,0286 | 0,0440 | 0,2552 | 0,0088 | 0,0333 |
| 29.9 | » | 0,1299 | 0,0309 | 0,0619 | 0,2737 | 0,0048 | 0,0333 |
| 11.10 | » | 0,1240 | 0,0394 | 0,0517 | 0,3395 | 0,0049 | 0,0369 |
| 25.10 | » | 0,0956 | 0,0297 | 0,0416 | 0,2574 | 0,0040 | 0,0297 |
| 8.11 | » | 0,1223 | 0,0264 | 0,0426 | 0,2957 | 0,0067 | 0,0291 |

Per quanto concerne i contenuti totali dei costituenti minerali delle gemme, dei fiori e dei frutti, i risultati non si discostano da quelli attesi.

Si riscontra, infatti, un evidente incremento di tutti i macroelementi che procede di pari passo con l'evoluzione degli organi produttivi.

Nelle gemme si rilevano quantitativi minimi di tutti gli elementi considerati, che viceversa aumentano nei fiori, pur continuando a mantenersi su livelli bassi; inoltre nei frutti si osserva un rapido incremento che si protrae sino alla loro maturazione. In questi organi, ed in particolare nella fase finale del loro sviluppo morfologico, tutti gli elementi raggiungono i massimi valori: l'N è pari a 59,5 mg, il P a 17,3 mg, il K a 120,4 mg, il Ca a 17,0 mg, il Na a 7,6 mg, il Mg a 9,9 mg.

Si osserva, inoltre, che gli elementi maggiormente rappresentati sono il K e l'N, mentre gli altri sono contenuti in quantità notevolmente inferiori.

I rapporti tra i macroelementi contenuti negli organi produttivi, infine, confermano ulteriormente quanto già osservato in precedenza (tab. 10, fig. 3). Essi infatti indicano chiaramente l'elevato contenuto di Ca nelle gemme, in cui è presente in quantità più che doppia rispetto a quella dell'azoto; dell'N nei bottoni fiorali e nei fiori, dove raggiunge livelli superiori agli altri elementi, ed infine mostrano il notevole accumulo di K nei frutti che supera l'N di 1,5-2 volte.

4) *Contenuti minerali totali della pianta e calcolo delle asportazioni da parte dei frutti, delle foglie e dei rami*

Tra le osservazioni effettuate, è stato calcolato l'ammontare dei macroelementi nei singoli organi, per data di campionamento, allo scopo di individuare i momenti di maggiore accumulo e trarne indicazioni utilizzabili in campo applicativo. Tale elaborazione è stata eseguita sommando tra loro i valori relativi ai costituenti minerali di ogni organo per ciascun campionamento.

Dall'esame della figura 5 si desume che le concentrazioni di N, P, K aumentano progressivamente per raggiungere i massimi livelli nei mesi di marzo ed aprile in corrispondenza della fioritura e dell'allegagione, successivamente i valori vanno via via attenuandosi; al contrario il Ca ed il Mg presentano le massime concentrazioni all'epoca della maturazione dei frutti. Considerando i dati relativi ai contenuti totali degli elementi in esame (tab. 11, fig. 5), si osserva un notevole accumulo di N, P, K, Ca, Na, Mg nella pianta durante le fasi di sviluppo dei frutti sino alla loro maturazione, mentre sino al mese di aprile si riscontrano i livelli minimi, nonostante in

Tabella 10 - Rapporti fra macroelementi negli organi produttivi del pero (azoto par a 10).

| Data campionamento | organo | N | P | K | Ca | Na | Mg |
|--------------------|---------------|----|---|----|----|------|-----|
| 16.11 | gemme | 10 | 2 | 3 | 25 | 1,30 | 2,2 |
| 30.11 | » | 10 | 2 | 3 | 11 | 0,20 | 1,4 |
| 14.12 | » | 10 | 2 | 2 | 26 | 0,80 | 2,2 |
| 11.1 | » | 10 | 2 | 3 | 27 | 1,60 | 2,7 |
| 25.1 | » | 10 | 2 | 2 | 11 | 0,20 | 1,3 |
| 8.2 | » | 10 | 2 | 3 | 21 | 0,40 | 2,1 |
| 22.2 | bocci fiorali | 10 | 3 | 3 | 2 | 0,10 | 0,4 |
| 2.3 | » | 10 | 2 | 5 | 2 | 0,20 | 0,7 |
| 8.3 | bocci + fiori | 10 | 2 | 5 | 1 | 0,20 | 1,4 |
| 15.3 | » | 10 | 2 | 5 | 1 | 0,20 | 0,4 |
| 22.3 | » | 10 | 2 | 7 | 1 | 0,30 | 0,7 |
| 5.4 | fiori | 10 | 2 | 6 | 2 | 0,60 | 0,8 |
| 19.4 | frutticini | 10 | 3 | 3 | 3 | 1,20 | 1,5 |
| 3.5 | frutti | 10 | 2 | 7 | 2 | 0,02 | 1,0 |
| 22.5 | » | 10 | 2 | 4 | 2 | 0,04 | 0,8 |
| 31.5 | » | 10 | 2 | 4 | 2 | 0,04 | 0,5 |
| 21.6 | » | 10 | 2 | 6 | 3 | 0,06 | 0,7 |
| 7.7 | » | 10 | 2 | 8 | 4 | 0,09 | 1,0 |
| 21.7 | » | 10 | 3 | 18 | 5 | 1,60 | 2,0 |
| 4.8 | » | 10 | 3 | 21 | 3 | 1,10 | 1,6 |
| 19.8 | » | 10 | 3 | 20 | 3 | 1,20 | 1,7 |
| 3.9 | gemme | 10 | 3 | 5 | 23 | 1,00 | 3,1 |
| 16.9 | » | 10 | 3 | 4 | 24 | 0,80 | 3,2 |
| 29.9 | » | 10 | 2 | 5 | 21 | 0,40 | 2,6 |
| 11.10 | » | 10 | 3 | 4 | 27 | 0,40 | 3,0 |
| 25.10 | » | 10 | 3 | 4 | 27 | 0,40 | 3,1 |
| 8.11 | » | 10 | 2 | 4 | 24 | 0,50 | 2,4 |

Tabella 11 - *Somma dei contenuti totali dei vari organi della pianta espressi in mg; per ogni campionamento i dati riportati rappresentano la somma dei contenuti dei vari organi presenti in quella data.*

| Data campionamento | N | P | K | Ca | Na | Mg |
|--------------------|---------|---------|----------|---------|--------|---------|
| 16.11 | 0,0893 | 0,0151 | 0,0269 | 0,2246 | 0,0115 | 0,0191 |
| 30.11 | 0,0997 | 0,0209 | 0,0269 | 0,1075 | 0,0019 | 0,0134 |
| 14.12 | 0,1119 | 0,0262 | 0,0266 | 0,2886 | 0,0089 | 0,0244 |
| 11.1 | 0,1078 | 0,0223 | 0,0286 | 0,2860 | 0,0176 | 0,0286 |
| 25.1 | 0,1232 | 0,0240 | 0,0286 | 0,1408 | 0,0022 | 0,0154 |
| 08.2 | 0,1344 | 0,0262 | 0,0408 | 0,2832 | 0,0048 | 0,0288 |
| 22.2 | 1,3426 | 0,3498 | 0,3658 | 0,3258 | 0,0441 | 0,0529 |
| 2.3 | 2,3290 | 0,4638 | 1,1592 | 0,6267 | 0,0481 | 0,1686 |
| 8.3 | 3,8163 | 0,7301 | 1,6968 | 0,3289 | 0,0684 | 0,1230 |
| 15.3 | 0,9361 | 0,1772 | 0,3951 | 0,1630 | 0,0246 | 0,0431 |
| 22.3 | 1,1970 | 0,2166 | 0,7821 | 0,1693 | 0,0319 | 0,0821 |
| 19.4 | 1,8258 | 0,3278 | 0,5177 | 0,4041 | 0,1014 | 0,1434 |
| 3.5 | 3,1381 | 0,4565 | 1,7629 | 1,2968 | 0,0982 | 0,3178 |
| 22.5 | 13,5623 | 2,2268 | 6,1199 | 4,0825 | 0,0927 | 1,2571 |
| 31.5 | 18,1843 | 2,9155 | 8,0027 | 5,7302 | 0,1043 | 1,1279 |
| 21.6 | 28,4619 | 5,2324 | 15,5398 | 9,5515 | 0,2605 | 2,3099 |
| 7.7 | 59,1814 | 12,7707 | 45,9561 | 23,1154 | 0,5825 | 6,2205 |
| 11.7 | 51,1999 | 12,5126 | 88,3446 | 24,4856 | 7,7037 | 10,2544 |
| 4.8 | 56,9515 | 16,8008 | 112,7235 | 20,1657 | 6,2017 | 9,0020 |
| 19.8 | 62,3191 | 17,7580 | 121,8088 | 21,1856 | 7,1507 | 10,4771 |
| 3.9 | 2,8539 | 0,4128 | 1,7571 | 3,9034 | 0,1058 | 0,5279 |
| 16.9 | 2,6658 | 0,4413 | 1,6857 | 3,9227 | 0,0681 | 0,4589 |
| 29.9 | 2,2460 | 0,4010 | 1,4209 | 3,3527 | 0,0830 | 0,3721 |
| 11.10 | 2,2628 | 0,5256 | 1,4487 | 3,8222 | 0,1544 | 0,3722 |
| 25.10 | 0,0956 | 0,0297 | 0,0416 | 0,2574 | 0,0040 | 0,0297 |
| 8.11 | 0,1223 | 0,0264 | 0,0426 | 0,2957 | 0,0067 | 0,0291 |

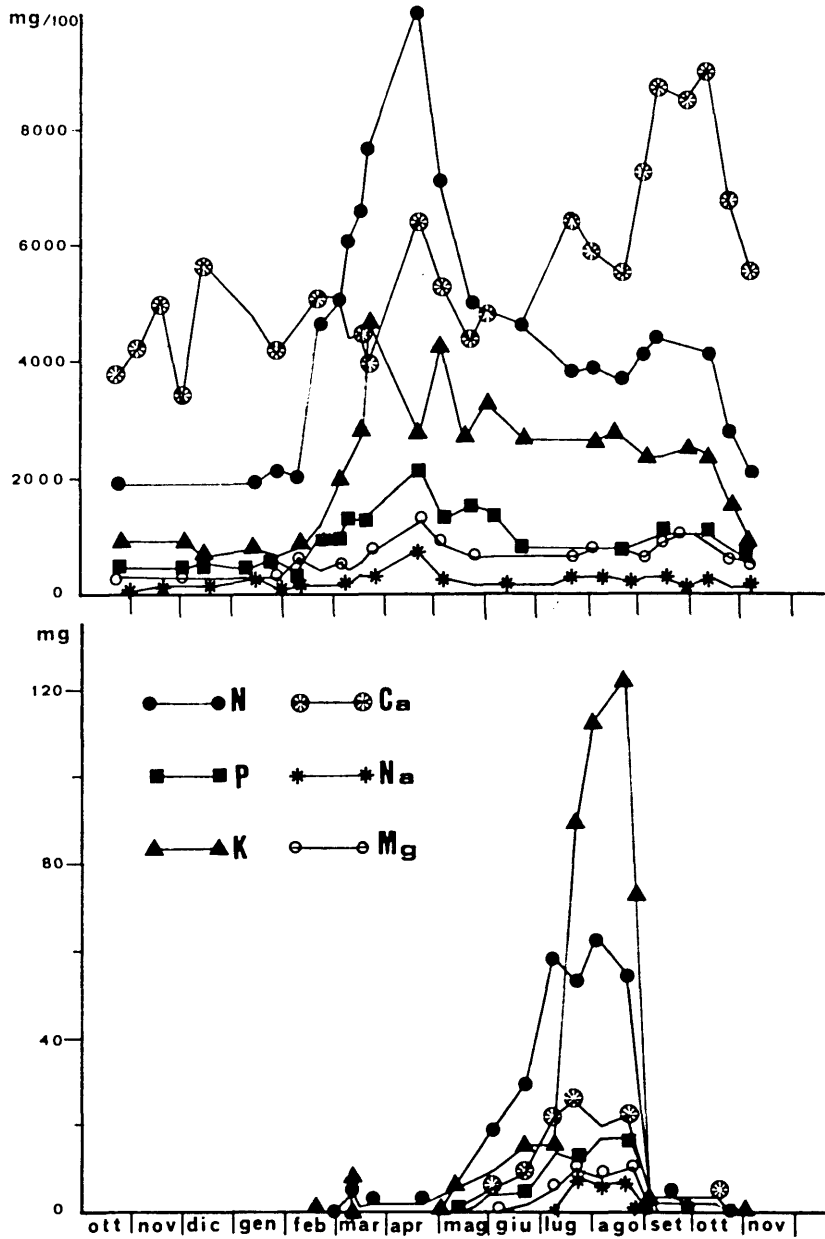


Fig. 5

Ammontare dei contenuti percentuali (in alto) e totali (in basso) di macroelementi nell'intera pianta; il diagramma è stato ottenuto riportando per ogni campionamento la somma dei contenuti dei vari organi presenti in quella data.

questo periodo si verificano la fioritura e l'allegagione. Infatti, al primo campionamento del 16 novembre, il contenuto di N, P, K, Ca, Mg, Na è rispettivamente pari a: 0,089 mg, 0,015 mg, 0,027 mg, 0,225 mg, 0,019 mg, 0,012 mg, mentre nel campionamento del 19 agosto i valori sono rispettivamente pari a: 62,3 mg, 17,8 mg, 121,18 mg, 10,48 mg, 7,15 mg.

Gli elevati livelli che si riscontrano nel predetto campionamento sono da attribuire in modo preponderante ai frutti, alle foglie e, in misura inferiore, ai rami. La formazione e lo sviluppo di questi organi comporta ovviamente l'utilizzazione di elevate quantità di macroelementi che in questa sede, per un più facile riferimento pratico, sono stati riportati a precisi quantitativi. La figura 6 evidenzia che 100 Kg di frutti hanno asportato 71 g di N, 21 di P, 143 di K, 20 di Ca, 8 di Na e 12 di Mg; 1000 foglie hanno sottratto alla pianta 4,66 g di N, 1,19 g di P, 2,18 g di K, 13,61 g di Ca, 0,05 g di Na e 1,02 g di Mg; infine 1 Kg di rami contiene 4,66 g di N, 1,19 g di P, 2,18 g di K, 13,6 g di Ca, 0,05 g di Na, 1,02 g di Mg.

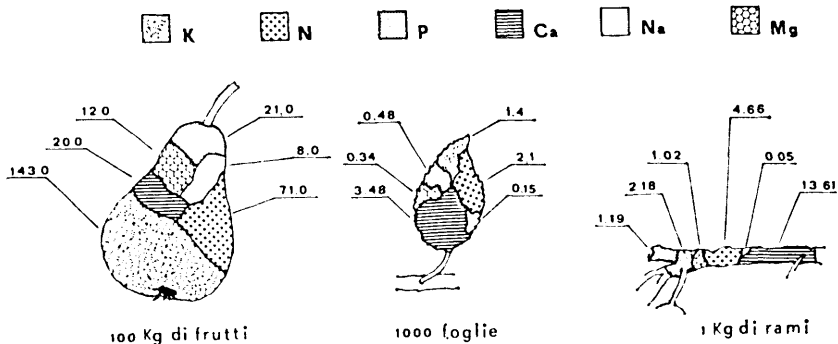


Fig. 6

Quantità di macroelementi, espresse in g, contenute in 100 kg di frutti, 1000 foglie e 1 kg di rami.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

L'esame dei risultati esposti sulle variazioni annuali degli elementi nutritivi negli organi epigei del pero, limitatamente alla cultivar «Coscia», mostra una variabilità influenzata principalmente dal tipo di organo in esame e dalla loro fase biologica.

Il risveglio vegetativo della pianta ha inizio alla fine del mese di marzo, e l'accrescimento dei germogli procede rapido sino a luglio. Dopo la stasi estiva, si ha un'ulteriore e lieve fase di attività vegetativa a settembre, in coincidenza di temperature più miti.

I nuovi germogli, molto dotati di elementi minerali all'inizio del loro sviluppo, subiscono nelle fasi successive un decremento percentuale di micro e macroelementi che si protrae sino al periodo estivo; successivamente si ha un ulteriore aumento che risulta sempre più evidente sino alla successiva schiusura delle gemme.

All'inizio dell'autunno si ha nei rami un continuo accumulo di macro e microelementi, che raggiungono la massima concentrazione nei mesi invernali. Da quest'epoca in poi si verifica un depauperamento di sostanze nutritive che si protrae sino ai mesi estivi. Tale diminuzione è da mettere in relazione ad importanti fenomeni che hanno luogo in questo periodo, tra i quali fundamentalmente la fioritura e la maturazione dei frutti.

Nelle foglie, come nei germogli, dopo una prima fase di accumulo nello stadio iniziale della loro formazione, la concentrazione dei principali macroelementi tende a diminuire, prima rapidamente e poi più lentamente, sino alla loro caduta.

Il Ca ed il Mg, al contrario, mostrano un andamento inverso a quello degli altri macroelementi; pertanto nelle foglie si osserva un progressivo arricchimento di Ca e Mg durante il loro ciclo vitale.

Il contenuto totale di tutti i macroelementi aumenta, invece, dalla comparsa delle giovani foglioline sino alla loro caduta.

Lo sviluppo del frutto si completa in circa tre mesi e mezzo con un andamento di tipo sigmoidale. Il peso fresco, il volume ed il peso secco aumentano, così, con una certa costanza dall'allegione alla maturazione, anche se gli incrementi iniziali sono di minore entità. Le analisi chimiche effettuate sugli organi produttivi, in tutte le loro fasi di sviluppo, hanno fatto rilevare andamenti lineari.

I contenuti minerali delle gemme, relativamente all'N, P e al K, aumentano progressivamente durante il periodo autunnale ed invernale e raggiungono concentrazioni via via più elevate nei bottoni fiorali e nei fiori.

Dopo l'allegione i livelli dei tre macroelementi tendono a diminuire nei frutti in accrescimento sino alla loro maturazione.

Il Ca, invece, dopo una fase di accumulo nelle gemme, diminuisce nei bottoni fiorali e nei fiori per poi raggiungere i livelli minimi nei frutti prossimi alla maturazione.

Il contenuto totale sia di micro che di macroelementi dei singoli organi aumenta lentamente, passando dalle gemme ai bottoni fiorali ed ai

fiori, mentre nei frutti, col procedere del loro sviluppo, l'incremento si fa più rapido sino a raggiungere un massimo nella fase di maturazione, dando luogo ad una elevata richiesta, da parte della pianta, di notevoli disponibilità di sostanze nutrizionali.

Dall'esame dei rapporti quantitativi tra i macroelementi si è rilevato che nelle gemme, nelle foglie, nei rami e nei germogli, l'elemento contenuto in proporzione più elevata è quasi sempre il calcio seguito, nell'ordine, da N, K, P, Mg e, nettamente più in basso, dal Na; per quanto riguarda invece i bottoni fiorali, i fiori ed i frutti appena allegati, è l'azoto a prevalere, seguito dal potassio, il quale mostra però una concentrazione molto più elevata nei frutti, in cui diventa l'elemento più rappresentato.

Per una più facile interpretazione dei risultati esposti, che potrebbero essere utilizzati anche in campo applicativo, l'esame delle variazioni dei contenuti totali di macroelementi nella pianta, ottenuti sommando quelli relativi ai singoli organi, consente l'individuazione dei momenti di massimo fabbisogno.

Si osserva così che le maggiori esigenze nutritive della pianta si verificano nel corso del ciclo di fruttificazione. In particolare, durante l'antesi la pianta consuma quantitativi di macroelementi relativamente bassi, mentre le esigenze divengono più elevate durante l'accrescimento dei frutti; in questa fase gli elementi maggiormente richiesti sono, in ordine, il K, N, Ca, P, Mg e Na.

In concomitanza con questi processi si ha una cessione di elementi minerali da parte degli organi vegetativi a vantaggio di quelli produttivi. Infatti, tra l'autunno e l'inverno si verifica nei rami un accumulo di micro e macroelementi che si protrae sino al periodo precedente l'antesi. Dalla schiusura delle gemme sino all'estate si rileva, viceversa, una traslocazione di elementi nutritivi verso i fiori e i nuovi germogli.

Negli stessi intervalli di tempo si osserva, infatti, un continuo incremento nelle gemme a fiore che porta, come già indicato, alla massima concentrazione nei bottoni fiorali e nei fiori, determinando in questi ultimi elevate richieste di elementi nutritivi. Esigenze nettamente superiori si verificano, però, dopo l'allegagione dei frutti, per sopperire alle elevate necessità di elementi minerali durante lo sviluppo del frutto.

In conclusione, tranne alcune differenze presumibilmente legate alle caratteristiche della specie, anche per il pero «Coscia» si verificano gli stessi fenomeni già osservati nel melo «Golden Delicious». I risultati ottenuti ribadiscono le notevoli esigenze nutritive durante e subito dopo la schiusura delle gemme, nelle fasi dell'antesi, della allegagione, e del primo stadio

di accrescimento dei germogli, ma soprattutto in quella dello sviluppo dei frutti.

Da un punto di vista agronomico, la tecnica di concimazione dovrà essere indirizzata in modo tale da favorire l'accumulo di sostanze nutritive negli organi di riserva e, soprattutto, l'assimilazione estiva per lo sviluppo dei frutti, che viene condizionato, d'altra parte, dalla attività metabolica delle foglie. Inoltre, dovrebbero evitarsi i tagli dei rami nel periodo invernale inoltrato, quando le gemme e i rami risultano particolarmente dotati di elementi nutritivi.

Infine, come nella nota precedente relativa al melo, anche in questa ricerca, non sono mai stati riscontrati nei vari organi rapporti tra macroelementi che confermino le formule di concimazione di impiego comune.

I rapporti tra gli elementi principali rilevati nei diversi organi alla fine dello sviluppo sono invece risultati:

| | N | P | K | Ca | Na | Mg |
|----------|----|---|----|----|-----|-----|
| — gemme | 10 | 2 | 3 | 21 | 0,4 | 2,1 |
| — fiori | 10 | 2 | 6 | 2 | 0,6 | 0,8 |
| — frutti | 10 | 3 | 20 | 3 | 1,2 | 1,7 |
| — foglie | 10 | 2 | 6 | 15 | 0,4 | 1,6 |
| — rami | 10 | 3 | 5 | 29 | 0,1 | 2,2 |

RIASSUNTO

Sono state rilevate le variazioni annuali dei principali micro e macroelementi contenuti negli organi epigei della cultivar di pero « Coscia ».

I risultati hanno fatto rilevare un progressivo arricchimento di elementi minerali nei rami e nelle gemme che si protrae dall'autunno alla successiva primavera, in coincidenza dell'antesi; da quest'epoca in poi, è stato rilevato nei rami un costante decremento protrattosi sino ai mesi di luglio-agosto.

I contenuti di macroelementi nelle foglie hanno mostrato, durante la loro fase di accrescimento, un continuo incremento del contenuto totale di tutti gli elementi, fatta eccezione per il Ca e il Mg che hanno mostrato un andamento inverso.

Nei frutti è stato riscontrato un comportamento assimilabile all'andamento già rilevato per il melo, essendosi evidenziata nel corso delle analisi una diminuzione dei contenuti percentuali e un aumento di quelli totali, che dall'allegagione giunge sino alla maturazione dei frutti.

SUMMARY

Some observations were conducted on « Coscia » pear tree variety, in order to evaluate annual changes of N, P, K, Ca, Na, Mg and micro-elements such as Fe, Zn, Cu, Mn in various tree organs (flowers-buds, flowers and fruits, leaves and shoots).

In flower-buds, flowers and fruits, total amount of N, P and K increased progressively throughout growth season. On the contrary N, P, K contents in these organs, as percentage of dry matter, increased until full bloom, then they dropped rapidly from fruit-setting to fruit ripening. In flower-buds, Ca total amount was nearly constant; while the Ca total content in flowers and fruits increased until fruit ripening. Ca percentage in the same organs decreased during the same period, but during the blossom time the levels were high again.

Total N, P, K and Ca leaf content steadily increased until summer, then it became constant and no further changes occurred until leaf-fall. On the other hand N, P and K leaf content, as percentage of dry matter, decreased during the same period; but in mature leaves it became constant. As far as the Ca and Mg percentage is concerned an increase was recorded during all growth season.

The new shoots at the beginning of their development were very rich in N, P, K. In mature shoots a decrease was recorded from bloom period to summer time, while higher levels were reached in winter time.

Traces of microelements were recorded in all tree organs.

BIBLIOGRAFIA

- AGABBIO M., FRAU A.M., 1979 - Osservazioni sulle variazioni stagionali del contenuto di micro e macroelementi negli organi epigei delle pomacee. Nota 1^a: Melo « Golden Delicious ». Studi Saresesi, sez. III, Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari, Vol. XXVI.
- BEYERS E., PIENAAR W.J., TERBLACHE J. H., 1968 - Seasonal trends in leaf composition of deciduous fruit. « Dec. Fruit Gr. », 18: 87-92.
- CATLIN P.B., OLSSON E.A., BEUTEL J.A., 1975 - Reduced translocation of carbon and nitrogen from leaves with symptoms of ear curl. « J. Amer. Soc. Hort. Sci. », 100: 184-187.
- FERNANDEZ F.G., GUILLEN M.G., SANTA CRUZ F., 1965 - Evolucion annual de nutrientes en hojas de frutales. III Peral. « An. Edafol. Agrobiol. », 24: 204-14.
- FERRARI C., 1955 - Sulla valutazione della fertilità chimica del terreno. II. Dosamento del fosforo totale. « Ann. Sper. Agr. », n. 5, IX.
- GOUNY P., HUGUET F., 1964 - Evolution biochimique des bourgeons de foier avant et pendant la periode de floraison. « C.R. Acad. Agric. Fr. », 50: 391-9
- GOUNY P. HUGUET F., 1964 - Contribution à l'étude de la nutrition minerale des arbres fruitiers. « Ann. Physiol. Veg. », 6: 33-77.
- KENWORTHY A.L., 1950 - Nutrient-element composition of leaves from fruit trees. « Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. », 55: 41-6.

- MARRO M., 1967 - Primo contributo alla ricerca sulla diagnostica fogliare del pero con particolare riguardo alla varietà « Passacrassana » e suoi problemi. « Frutticoltura », 29: 89-103.
- MULAY A.S., 1931 - Statistical study of the total nitrogen in Bartlett pear shoots. « Plants Pysiol. », 6: 333-8.
- MULAY A.S., 1932 - Seasonal changes in the composition of the insoluble nitrogen fraction in the current year's shoots of Bartlett pear. « Plant Physiol. », 7:323-7.
- SHAPIRO D.K., LYARSON G.S., BARLYSHAE M.A., 1973 - Some changes in the adsorption of iron and manganese by different apple and pear orans during growth. « Biologia, Khimiya, Geografiya », Minsk, Belo-russian SSR: 119-25.
- TAHA M.W., EL-GAZZAR A.M., MINESSY F.A., GAAFAR S., 1974 - Concentrations of iron, manganese, and copper in leaves and roots of « Le Conte » pear trees. « Egiptian Journal of Horticulture », 1: 93-101.