

Vol.
5

Silverio Pachioli

CONCIMARE o FERTILIZZARE?

GUIDA alla FERTILIZZAZIONE
CEREALI, PROTEOLEAGINOSE,
LEGUMINOSE da GRANELLA, ORTICOLE,
FRUTTIFERI, VITE, OLIVO



Ai miei nipotini
Benedetta e Simone

*Quando pianificate per un anno, piantate cereali.
Quando pianificate per dieci anni, piantate alberi.
Quando fate una pianificazione che deve durare una vita,
formate ed educate le persone*

Guan Zhong

“L’arricchimento culturale dei campagnoli è
una condizione indispensabile per il miglioramento
dell’arte agraria, del benessere civile e
sociale della qualità della vita”

(C. Ridolfi)

PRESENTAZIONE

Nel II libro de “**L’arte dell’Agricoltura**” di Lucio Giunio Moderato Columella si riporta la seguente frase: “*La terra non invecchia né si stanca, se viene concimata*”.

L’autore, romano di età neroniana, erede della passione per l’agricoltura da un suo zio studioso e geniale, scrive questo “trattato” di agricoltura circa 2000 anni fa.

John Milton, considerato uno dei letterati britannici più celebri, consigliava il testo del Columella “per ciò che insegna di mestiere e di umanità”.

Ebbene, Columella sull’argomento concimazione così continua nel suo volume: “*È falso che la terra da poco trasformata da sodaglia in campo coltivato sia più feconda per il fatto che sia quasi più riposata e più giovane: la vera ragione è che in tanti anni è stata ingrassata, dalle fronde e dalle erbe che produceva spontaneamente e secondo la sua particolare natura, e per questo ha più abbondanza di succhi per produrre e per nutrire le messi. Ma è logico che, privata dei suoi antichi alimenti, essa si immiserisca quando le radici delle erbe strappate dai rastrelli e dagli aratri e le boscaglie tagliate dal ferro hanno smesso di nutrire la madre con le loro fronde, e quando le foglie che nell’autunno cadevano, staccandosi dai cespugli e dagli alti alberi, e vi giacevano a lungo, sono state rivoltate durante l’aratura e mescolate agli strati inferiori, meno fertili, del suolo, e perciò sono state rese inutili. Non dunque per stanchezza, come molti credertero, né per vecchiaia, i campi ci rispondono con meno generosità, ma per la nostra inerzia. Si può infatti benissimo raccogliere più frutto, se si cura e si mantiene la terra con frequenti, tempestive e moderate concimazioni*”.

Da un’analisi critica del manoscritto del Columella si potrebbero trarre tanti spunti di riflessione, ma uno è particolarmente importante: **il ruolo fondamentale della concimazione e l’importanza della sostanza organica.**

Oggi abbiamo nozioni nuove di agronomia, fisiologia, biochimica e chimica del suolo; la nutrizione vegetale è diventata ormai una disciplina a se, con novità continue e sempre più affascinanti.

Conosciamo meglio il complesso sistema dei geni delle piante e siamo in grado di migliorare le produzioni agrarie in modo orientato e specifico, con riflessi positivi sull’economia, sull’ecologia e sulla sanità pubblica.

L’informatica ha aperto nuovi orizzonti nella valutazione della variabilità spaziale dei nutrienti negli appezzamenti, mentre la chimica analitica ha dettato le basi scientifiche per la determinazione quantitativa e qualitativa degli elementi

minerali nelle piante e nel terreno. L'industria chimica, da parte sua, ha contribuito nella ricerca di formulati sempre più attivi ed ecocompatibili.

A tutto ciò, si aggiungono disciplinari e modelli matematici che dovrebbero servire a razionalizzare e ad evitare sprechi, almeno nelle “buone idee” di chi li ha realizzati.

Forse Columella non aveva le nozioni scientifiche, ma nella sua frase: *“Si può infatti benissimo raccogliere più frutto, se si cura e si mantiene la terra con frequenti, tempestive e moderate concimazioni”*, sono contenute norme tecniche basilari per una moderna fertilizzazione:

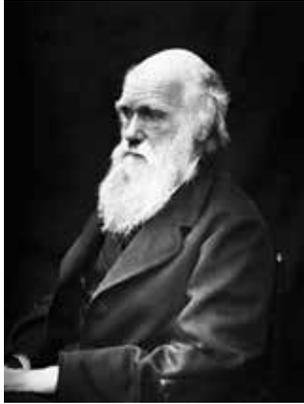
1. Concimare previa analisi del terreno e della pianta.
2. Conoscere le esigenze delle piante.
3. Intervenire con piccole dosi e al momento giusto.

A questo punto, anche se non possiamo applicare complicati modelli, se non riusciamo a fare calcoli matematici lunghi e laboriosi, e non riusciamo a “collegarci al satellite o a internet”, possiamo lo stesso concimare e far produrre “egregiamente” tutti quei piccoli e frammentati appezzamenti della nostra bella Italia e possiamo anche rispondere al nostro interlocutore (agricoltore) che, ormai ahimé, ha “troppi anni per capire cose molto complicate”!

Si ringrazia sentitamente la Società **MILAGRO-Fertilizzanti** che ha reso possibile la stampa del volume. Un sincero ringraziamento va a tutti coloro che vorranno fornire critiche, indicazioni e/o segnalare inesattezze, affinché il lavoro possa migliorare sempre di più, per valorizzare la qualità delle produzioni agroalimentari italiane.

Silverio Pachioli

*“Il piacere di fare il bene
è il prezzo dell'uomo che pensa”
(Lettera di M. Parmentier al medico Gérard)*



“L’aratro è una delle più antiche e preziose scoperte dell’uomo; ma molto tempo prima che esso esistesse, la terra era comunque regolarmente arata, e continua ad essere arata dai vermi. Dubito che altre creature animali abbiano giocato un ruolo così importante, come quello che hanno giocato queste umili ed organizzate creature.”

Charles Darwin

INDICE

1. Il grande assente. La sostanza organica	pag. 7
2. Prima di tutto l'analisi del terreno	pag. 13
3. Conoscere le proprietà del suolo per la sua conservazione sostenibile	pag. 17
4. Prima di acquistare i concimi impariamo un po' di chimica	pag. 19
5. Fertilizzazione, nuove prospettive: biostimolanti (sostanze umiche, idrolizzati proteici, estratti di alghe), concimazione localizzata, ecc.	pag. 26
6. I segreti della lenta cessione ed i concimi organo-minerali	pag. 44
7. Concimazione e tecnica agronomica	pag. 48
8. L'accumulo di nitrati negli ortaggi	pag. 49
9. Concimazione fogliare. I principi basilari	pag. 51
10. Fertilizzazione e ambiente	pag. 52
11. Fertilizzazione - Ambiente - Qualità	pag. 53
12. Il calcio e la qualità dei frutti	pag. 55
13. La stanchezza del terreno	pag. 57
14. Moderne linee guida per la fertilizzazione delle piante da frutto-olivo-vite	pag. 58
15. Ciclo interno dell'azoto in piante decidue	pag. 63
16. Esigenze nutritive di azoto durante il ciclo annuale	pag. 66
17. Frazionamento dell'azoto	pag. 68
18. Frazionamento del fosforo e del potassio	pag. 68
19. Elementi asportati dalle diverse specie frutticole-orticole-culture industriali	pag. 70
20. Bilanci nutritivi	pag. 76
21. Concimazione pre-impianto delle colture arboree da frutto	pag. 77
22. La clorosi ferrica delle colture arboree da frutto	pag. 80
23. Fertirrigazione	pag. 81
24. Aspetti agrofisiologici ed ambientali dell'azotofissazione simbiotica	pag. 85
25. Gestione del frutteto per favorire il sequestro del carbonio	pag. 93
26. Microrganismi in ortofrutticoltura e "biofertilizzanti"	pag. 95
27. Biochar	pag. 97
28. Schede concimazione colture frutticole	pag. 99
29. Schede concimazione colture industriali	pag. 175
30. Schede concimazione colture orticole	pag. 184
31. SCHEDE DI FERTILIZZAZIONE MILAGRO	pag. 223

1. IL GRANDE ASSENTE: LA SOSTANZA ORGANICA

La degradazione del suolo rappresenta oggi una seria minaccia, sia per la produzione di biomassa che per il mantenimento degli equilibri ambientali.

Fra i principali aspetti della degradazione in Europa vi è l'impoverimento di sostanza organica che, secondo la *Soil Thematic Strategy*, è senza dubbio uno dei più preoccupanti.

I suoli del Sud Italia presentano valori di sostanza organica variabili fra lo 0.8 e l'1.3%. Suoli con sostanza organica inferiore all'1% risultano desertici dal punto di vista microbiologico, ed hanno perso buona parte della loro capacità nutrizionale e di immagazzinamento idrico, rendendo il sistema vulnerabile a stress biotici e abiotici (Xiloyannis et. al 2015).

Fra le numerose cause del continuo declino della frazione organica del suolo, si possono citare: l'abbandono delle tradizionali rotazioni colturali, l'adozione delle monocolture intensive senza la somministrazione di letame, le tecniche di lavorazione troppo "invasive", ecc.

I principali effetti ecologici della sostanza organica (Pagliai et. al.) sono:

- ▣ Miglioramento del sistema dei pori e dei movimenti dell'acqua.
- ▣ Aumento della ritenzione idrica.
- ▣ Riduzione della massa volumica apparente.
- ▣ Incremento della stabilità degli aggregati.
- ▣ Miglioramento della nutrizione delle piante.
- ▣ Facilità di lavorazione del terreno.
- ▣ Aumento della biodiversità.
- ▣ Legami con contaminanti organici e inorganici.
- ▣ Ecc.

Un'adeguata gestione dei residui colturali, l'inerbimento degli appezzamenti, l'impiego di tecniche di lavorazione conservative, e l'aggiunta di materiale organico (tal quale o compostato), possono migliorare il contenuto di sostanza organica del suolo, con una maggiore efficienza produttiva della pianta.

Nell'apporto di materiale "estraneo" al suolo (letame, fanghi di depurazione, compost, ecc.) deve essere posta molta attenzione alla quantità e qualità della componente organica utilizzata, sia per evitare possibili inquinamenti che per ottenere la massima efficacia ammendante. Dal punto di vista pratico, nella gestione della "quota organica" della fertilizzazione si può procedere attraverso:

1. L'apporto di materiale organico, meglio se di natura diversa per migliorare

anche la crescita della biomassa microbica.

2. Il riutilizzo di residui colturali prodotti in campo (es. residui di potatura).
3. L'utilizzo di fertilizzanti organici.
4. L'uso di piante da sovescio, sottoposte poi a sfalcio ed interrimento.

I processi che regolano l'evoluzione della sostanza organica nel terreno sono alquanto complessi, ma essenzialmente riconducibili a reazioni di tipo "costruttivo" (umificazione), che portano alla formazione di humus, e di tipo "distruttivo" (mineralizzazione), che danno come risultato finale la disgregazione della sostanza organica ed il rilascio di elementi minerali.

Immobilizzazione e mineralizzazione dell'azoto della sostanza organica

I processi di immobilizzazione e di mineralizzazione sono entrambi presenti nei suoli, e ne influenzano fortemente il contenuto di N disponibile per l'assorbimento dei vegetali.

L'immobilizzazione è legata all'uso dell'azoto per la sintesi di composti organici, mentre la mineralizzazione è il rilascio di azoto inorganico da composti organici a seguito della loro decomposizione. I due processi sono opera della microflora e sono strettamente interconnessi.

Dal punto di vista della fertilità, eccessi di mineralizzazione si traducono in una diminuzione del contenuto di sostanza organica e in un surplus di nutrienti, rispetto ai reali fabbisogni delle piante.

D'altra parte, il processo di mineralizzazione è quello che trasforma l'azoto organico in azoto minerale disponibile per le piante, ed è quindi importante dal punto di vista della fertilità del suolo. Uno dei fattori che più influisce sulle relazioni tra i due processi è il rapporto C/N della sostanza organica di partenza. Materiali con rapporto C/N <20 determinano un'accelerazione del processo di mineralizzazione: la popolazione microbica dispone così di un quantitativo eccedente di N rispetto alle proprie esigenze fisiologiche, che viene quindi rilasciato sotto forma di NH_4^+ nel terreno. Nel caso invece di residui con rapporto C/N >25-30, il basso contenuto di azoto di questi materiali, rispetto alle esigenze dei microrganismi, comporta una temporanea immobilizzazione dell'elemento, in parte, nei microrganismi stessi, e in parte nei residui trasformati (composti stabili più o meno umificati). Le principali caratteristiche chimico-fisiche del terreno influenzano fortemente il prevalere di un processo rispetto all'altro.

Poiché la mineralizzazione è un processo aerobico, il livello di areazione, e quindi l'incidenza dei macropori rispetto alla microporosità, influisce positivamente. Allo stesso modo, temperature intorno ai 30°C sono ottimali per l'attività dei microrganismi responsabili della mineralizzazione, mentre valori più bassi favoriscono l'immobilizzazione e i processi di umificazione. Il contenuto di umidità ha un effetto indiretto sul rapporto tra i due processi, poiché influenza sia il contenuto di ossigeno, sia la temperatura del terreno.



Fig. 1.1 Sequenza della trasformazione della sostanza organica nel terreno

Scelta di un ammendante organico

Per fertilizzante organico si intende un composto ricco di carbonio organico, capace di influenzare le componenti chimiche, fisiche e biologiche della fertilità del terreno. Quando prevale l'effetto sulle caratteristiche fisiche si parla di ammendante, mentre quando è più marcato l'effetto nutritivo, ci si trova di fronte ad un concime organico (Miele, 1986).

Nella scelta di un ammendante organico, bisogna tener conto delle seguenti caratteristiche:

- Natura della matrice organica.
- Percentuale di acqua e di sostanza secca.
- Tenore in azoto organico.
- Percentuale di materia organica in rapporto alla sostanza secca (TOC- Carbonio Organico Totale).
- Rapporto C/N, il cui valore condiziona la velocità di evoluzione della materia organica e la liberazione di azoto (rapida se C/N è basso). Quando questo rapporto è elevato (al disopra di 20 circa), l'evoluzione è più lenta ed è favorita l'azione benefica sulla struttura del terreno.
- Coefficiente isoumico (K1) o equivalente in humus, che indica la percentuale di humus ottenibile.
- Finezza.
- Composizione chimica in potassio, fosforo ed oligoelementi.

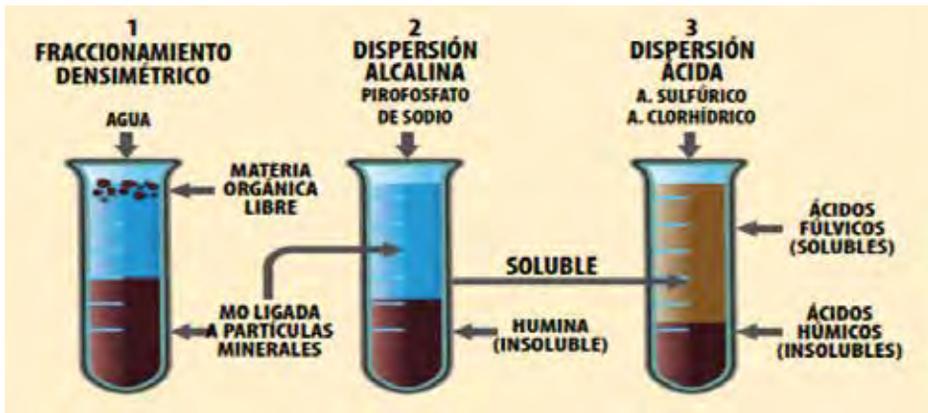


Fig. 1.2 Frazioni costituenti dell'humus

Un parametro che indica la percentuale di sostanze umiche contenute nella sostanza organica di un terreno, in un compost o in un fertilizzante è il **Tasso di umificazione**; viene calcolato con la seguente formula:

$$HR(\%) = (HA + FA) / TOC * 100$$

Dove:

TOC= carbonio organico totale; S.O.=C_{org} *1.724

HA= acidi umici (humic acids)

FA=acidi fulvici (fulvic acids)

Il tasso di umificazione è correlato con la maturazione della sostanza organica e con il livello di umificazione.

La sostanza organica di un qualunque composto (es. fertilizzante) risulterà tanto migliore quanto più elevato sarà il tasso di umificazione.

Fra i diversi formulati si riportano quelli più diffusi in commercio, con alcune indicazioni sulla loro origine e sulle caratteristiche fisico-chimiche e biologiche:

- *Pennone*: scarto di piume e penne proveniente dall'allevamento di volatili. Velocità di mineralizzazione dell'azoto lenta.
- *Cornunghia*: derivato da residui di corna, unghie e zoccoli di animali. La cornunghia naturale ha una velocità di mineralizzazione più lenta di quella torrefatta.
- *Pelli, crini, cuoiattoli*: la velocità di mineralizzazione è in genere lenta.
- *Panelli e borlande*: velocità di mineralizzazione medio-lenta per panelli; veloce per le borlande.

- *Pollina*: velocità di mineralizzazione rapida.
- *Letame essiccato*: velocità di mineralizzazione da molto lenta a lenta.
- *Compost*: mineralizzazione lenta.

Gli ammendanti compostati si classificano in:

- 1. Ammendante compostato verde:** ottenuto da scarti della manutenzione del verde ornamentale, da residui delle colture, da altri scarti di origine vegetale, con esclusione di alghe ed altre piante marine.
- 2. Ammendante compostato misto:** ottenuto dalla frazione organica dei RSU provenienti dalla raccolta differenziata, da scarti di origine animale, compresi i liquami zootecnici, da residui di attività agroindustriali e da lavorazione del legno e del tessile naturale non trattato, da reflui e fanghi, nonché dalle matrici previste per l'ammendante compostato verde.
- 3. Ammendante torboso composto:** miscela di torbe (>30%) con ammendante compostato o misto.

Tab. 1.1 Applicazione del compost su colture arboree

Applicazioni pratiche	Dose e tecnica di applicazione	Benefici
In pre-impianto	50-100 t/ha. In superficie a pieno campo. Interrato con lavorazioni	Reintegrazione S.O. Interr. elementi nutritivi poco mobili (P-K)
In copertura	40-60 t/ha ogni 2-3 anni, a pieno campo o localizzata nel sottofilare, con o senza interrimento	Reintegrazione S.O. Restituzione elementi nutritivi. Mantenimento buon equilibrio vegeto-produttivo
Pacciamatura	30-100 t/ha ogni 2-3 anni. Localizzato nel sottofilare	Controllo infestanti e miglioramento bilancio idrico. Restituzione elementi nutritivi asportati.
In buca di piantagione	5-20 t/ha in funzione sesto impianto. A contatto degli apparati radicali all'impianto.	Miglior attecchimento delle radici. Migliora attività microflora e microfauna edafica

È necessario infine ricordare che con i concimi organici non si è in grado di controllare il tempo di cessione degli elementi nutritivi (variabile con le condizioni pedologiche ed ambientali) e, pertanto, bisogna prestare particolare attenzione nell'impiego, sia quando può essere negativa una immediata disponibilità di

azoto, sia quando può essere negativa una disponibilità ritardata, che potrebbe pregiudicare la qualità della frutta e prolungare eccessivamente la fase vegetativa della pianta.

Nelle condizioni di maggior richiesta della coltura (es. orticole a breve ciclo e ad elevate esigenze di azoto) può essere utile far ricorso ad ammendanti a “pronto effetto” a funzione prevalentemente nutrizionale, quali pollina, borlanda, carniccio, idrolizzati, ecc., oppure distribuire i prodotti in anticipo rispetto alla semina o alla messa a dimora della coltura. In conclusione, la fertilità di un terreno in senso lato, e quindi la sua attitudine a produrre, è legata alla presenza della sostanza organica e degli acidi umici in particolare.

Tab. 1.2 Rapporto C/N e contenuto medio di azoto organico in alcuni ammendanti (% SS).

Tipologia di prodotto	Azoto organico	Rapporto C/N
Cornunghia naturale	14.0	2.1
Sangue fluido	5.3	2.9
Epitelio animale idrolizzato fluido	8.5	3.0
Carniccio fluido in sospensione	5.3	3.1
Pelli e crini	11.8	3.5
Sangue secco	12.7	3.5
Epitelio animale idrolizzato	11.0	3.0
Borlanda fluida	2.5	4.3
Farina di carne	7.8	4.5
Residui di macellazione idrolizzati	7.5	5.0
Estratto acque veg. frantoi	5.0	6.0
Panelli semi oleosi	4.7	6.7
Pollina essiccata	2.9	8.2
Letame essiccato	2.2	13.5
Ammendante compostato misto	5.8	15.2
Ammendante vegetale non compostato	1.3	33.6
Cuoio torrefatto	10.1	-

(Rielaborato da fonti diverse).

Tab. 1.3 Percentuale (sul peso tal quale) di N, P₂O₅ e di K₂O in diversi tipi di concimi organici prontamente disponibili, oppure rilasciati entro il primo o il secondo anno dopo l'interramento del concime.

Concime	Titolo (%)			Frazione del contenuto nutritivo che si rende disponibile:		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	immediatamente	nel I anno	nel II anno
Compost	0,50	0,20	0,50	10,0	20,0	20,0
Letame bovino	0,50	0,30	0,60	10,0	20,0	20,0
Letame equino	0,70	0,69	0,72	10,0	20,0	20,0
Letame ovino	0,85	0,23	1,81	10,0	20,0	20,0
Letame suino	0,50	0,46	0,60	10,0	20,0	20,0
Liquame bovino	0,45	0,69	0,48	60,0	30,0	0,0
Pollina fresca	3,75	4,35	1,87	70,0	20,0	0,0
Pollina pre-essicata	3,30	2,75	3,43	70,0	20,0	0,0

(Fonte: Masoni et al., 2010)

2. PRIMA DI TUTTO L'ANALISI DEL TERRENO

• A cosa servono le analisi del terreno?

Permettono di conoscere le caratteristiche chimico-fisiche-biologiche del terreno, valutare l'idoneità alle diverse colture, scegliere i portinnesti più adatti per le colture arboree. Servono, inoltre, per determinare la fertilità chimica disponibile e per correggere eventuali difetti.

• Come prelevare il campione

Il campione deve provenire da zone omogenee per caratteristiche costitutive, per conduzione e concimazione chimiche eseguite negli anni precedenti. Zone diverse vanno campionate separatamente. Per ogni campione bisogna eseguire almeno 8-10 sub-campioni; lo strato di terreno da campionare è quello dove si sviluppano la maggior parte delle radici attive (primi 40-50 cm).

Per rilevare eventuali caratteristiche anomale negli orizzonti profondi è possibile fare un campionamento fino a 90-100 cm (pH, tessitura, calcare attivo, ecc.); ciò può servire per una scelta più oculata del portinnesto.

Il campionamento va eseguito almeno 3-4 mesi dopo una concimazione; il terreno prelevato va asciugato all'aria e consegnato ad un laboratorio accreditato.

• Quali analisi richiedere?

La prima volta che si esegue l'analisi è consigliabile fare un controllo completo; successivamente (ogni 3-5 anni), si richiederanno solo quei parametri influenzati dalle colture e dalle concimazioni (P-K, ecc.).

• Esistono altre tipi di analisi, oltre quelle del terreno?

Oggi è possibile abbinare alle analisi del terreno anche quelle fogliari e peziolari. Con semplici apparecchiature si possono determinare anche direttamente nella soluzione circolante i livelli di nitrati (per il prelievo si utilizzano lisimetri a suzione). In frutticoltura è generalmente accettato che, nel caso in cui è disponibile un livello di nitrati tra 15 e 20 ppm (circa 25-30 kg per ettaro di azoto, per una profondità di 0.50 m ed una densità di 1.4 t/Ha), non è consigliabile somministrare altro azoto.



Dall'analisi del terreno al consiglio di concimazione. Valutazioni schematiche dei risultati di analisi.

Tessitura

Tessitura	Argilla	Limo	Sabbia
Argilloso	>40%	25-30%	Differenza a 100
Limoso	15-20%	25-40%	Differenza a 100
Equilibrato	<20%	30-50%	Differenza a 100
Sabbioso	1-5%	8-10%	Differenza a 100

pH

Valori	Giudizio
<5.4	Fortemente acido
5.4-6.0	Acido
6.1-6.7	Leggermente acido
6.8-7.3	Neutro
7.4-8.1	Leggermente alcalino
8.2-8.6	Alcalino
>8.6	Fortemente alcalino

Note: a valori < 6.5 si può avere facile compattazione nei terreni argillosi. Valutare correzione; buona disponibilità di microelementi. Valori > 7.5 possono comportare scarsa disponibilità di microelementi; utile l'apporto di sostanza organica.

Calcare totale

Valore	Giudizio
< 2%	Basso
2-10%	Normale
>10%	Alto

Note: la presenza di calcare, entro certi limiti, è da considerarsi positiva, per la funzione nutrizionale del calcio nei riguardi delle piante e per gli effetti favorevoli sulla struttura e sulla mineralizzazione.

Calcare attivo

< 4 g/kg. Normalmente tollerato senza problemi di clorosi ferrica.

Rapporto C/N

Valore	Giudizio
<8	Buona mineralizzazione della sostanza organica e liberazione di azoto per le piante.
8-12	Normale. Si equivalgono mineralizzazione e sintesi.
>12	Lenta mineralizzazione della sostanza organica e ridotta disponibilità di azoto per le piante.

Fosforo assimilabile (P) Metodo Olsen

Valore	Giudizio
< 10 ppm	Basso
10-20 ppm	Normale
>20 ppm	Alto

Note: Se il valore del P assimilabile è superiore al valore di normalità per la coltura non è necessario intervenire con concimazione fosfatica; se uguale, o molto simile alla dose di normalità, la dose di concime viene calcolata sulla base delle asportazioni colturali, facendo sì che queste vengano reintegrate.

Potassio scambiabile (K) in base al valore della C.S.C.

CSC	Valori normali di potassio
< 10 cmol/kg	70-120 ppm K
10-20 cmol/kg	100-200 ppm K
> 20 cmol/kg	150-300 ppm K

Note: Se il valore del K scambiabile è superiore al valore di normalità per la coltura non è necessario intervenire con concimazione potassica; se uguale, o molto simile alla dose di normalità, la dose di concime viene calcolata sulla base delle asportazioni colturali, facendo sì che queste vengano reintegrate.

Potassio scambiabile (K ppm) in base al tipo di terreno

Sabbioso	Medio impasto	Argilloso-limoso	Giudizio
<40	<60	<80	Molto basso
40-80	60-100	80-120	Basso
80-120	101-150	121-180	Medio
>120	>150	>180	Elevato

Capacità di scambio cationico (cmoli/kg)

Valore CSC	Giudizio
< 10	Cationi più mobili, ma più facilmente perdibili per dilavamento e percolazione
10-20	Valori normali
>20	Cationi più trattenuti. Minime perdite.

Sostanza organica (%)

Valore	Giudizio
<1%	Molto povero
1.0-1.5%	Scarsamente dotato
1.6-2.0%	Mediamente dotato
2.1-2.5%	Sufficientemente fornito
>2.5%	Ben fornito

Azoto totale

È costituito per il 98-99% da forme organiche. Il valore analitico ha scarsa importanza ai fini della determinazione della quantità di azoto necessaria per le colture poiché, la quota disponibile per le piante (N nitrico), dipende dal rapporto C/N e dal coefficiente di mineralizzazione. La quantità di azoto necessaria alle colture (erbacee in particolare) viene calcolata determinando l'azoto assimilabile (nitrico ed ammoniacale) già presente nel terreno all'inizio del ciclo vegetativo.

3. CONOSCERE LE PROPRIETÀ DEL SUOLO PER LA SUA CONSERVAZIONE SOSTENIBILE

Il suolo risulta formato da una componente gassosa (aria), da una liquida e da una solida (minerale ed organica). Le condizioni ottimali per la crescita delle piante prevedono la seguente ripartizione: aria (20-30%), minerale (45%), acqua (20-30%), organica (5%). In generale, metà dello spazio è interessato da costituenti solidi (minerali e sostanza organica), mentre la restante è formata da “vuoti” o “pori” occupati da aria e acqua. Con la profondità diminuiscono la componente organica, l’aria disponibile, il volume e la dimensione dei pori.

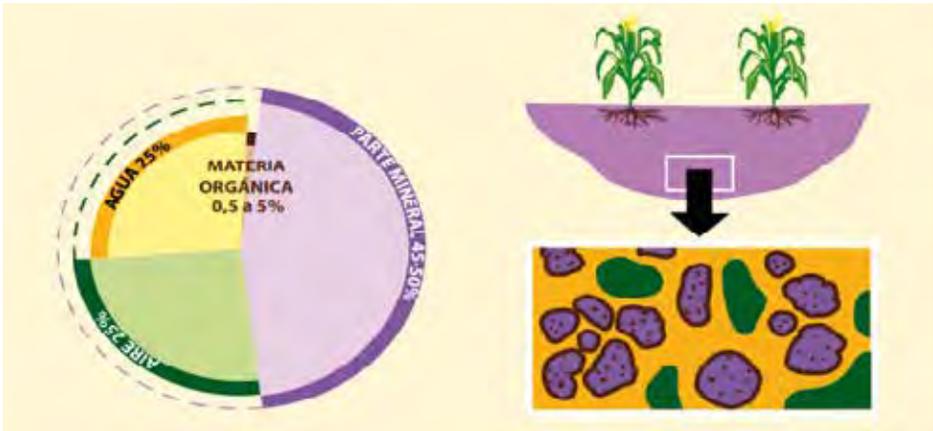


Fig. 3.1 Composizione ottimale di un suolo coltivato

Componente solida

Si intende la frazione minerale e quella organica. La componente minerale è costituita da particelle di diametro diverso (sabbia, limo, argilla), mentre la sostanza organica si ritrova come frammenti di residui organici o come humus. L’humus e le argille trattengono acqua ed elementi nutritivi fondamentali per la vita delle piante; l’humus fornisce nutrimento ed energia ai microrganismi del suolo.

Componente gassosa

L’aria tellurica è più ricca di CO_2 rispetto a quella atmosferica; occupa i pori più grandi, mentre quelli più piccoli sono dominati dall’acqua. In terreni costituiti solo da pori molto piccoli, l’aerazione risulta difficoltosa, con gravi ripercussioni sulla crescita delle piante e dei microrganismi.

Composizione liquida

L’acqua del suolo contiene piccole quantità di sali disciolti ed è quindi detta “soluzione circolante”.

Gli elementi nutritivi sono scambiati fra le particelle minerali e la soluzione circolante, e fra questa e le piante.

PROPRIETÀ DEL SUOLO

Fisiche

Sono condizionate dalla dimensione delle particelle minerali e dalla loro proporzione (tessitura e granulometria), dalla struttura e dal volume degli spazi liberi (porosità). La granulometria rappresenta la proporzione di ogni gruppo di particelle secondo la loro dimensione, mentre le particelle < 2 mm costituiscono la tessitura (o “terra fine”). Questa può essere determinata in laboratorio o più semplicemente, in modo pratico, manipolando un campione inumidito fra le dita.

La sabbia risulterà così abrasiva al tatto; le particelle limose danno una sensazione simile al talco, mentre l’argilla si lascia manipolare e plasmare.

I terreni sabbiosi (detti anche “leggeri”) sono facili da lavorare e coltivare; l’ossigenazione e il drenaggio sono buoni, mentre trattengono difficilmente l’acqua e gli elementi nutritivi, esponendo il suolo a siccità e carenze nutrizionali.

I terreni limosi ed argillosi hanno tendenzialmente caratteristiche opposte a quelli sabbiosi; i terreni limosi tendono a formare crosta.

La struttura del terreno, ovvero il modo in cui le particelle si aggregano e si raggruppano fra loro, può condizionare il movimento dell’acqua, del calore, dell’aria. La porosità rappresenta la porzione del volume del suolo occupata da aria e da acqua; in un terreno sabbioso può essere del 35-50%, mentre in un suolo argilloso varia dal 40% al 60%.

Proprietà idrologiche

La velocità di percolazione dell’acqua nel suolo è detta permeabilità. Quando il terreno ha raggiunto il suo punto di massima saturazione idrica (dopo una pioggia o dopo un’irrigazione), inizia a perdere acqua per gravità; si dice che quel terreno è alla capacità di campo (l’acqua non occupa più i macropori ma i micropori). Nel momento in cui rimane solo l’acqua trattenuta nei pori più piccoli ed intorno alle singole particelle, ci si trova al punto di appassimento permanente. L’acqua disponibile per le piante è quella compresa fra la capacità di campo e il punto di appassimento.

Colore

Viene influenzato dalla natura dei costituenti del suolo e dai processi pedogenetici. In presenza di sostanza organica, il suolo assume una colorazione dal bruno-scuro al nero; in situazioni di ristagno, il colore diviene bluastro-verdastro (pH e condizioni riducenti).

Reazione del suolo

La maggior parte delle piante preferisce valori di pH vicini alla neutralità (un intervallo fra 6 e 8 può ritenersi soddisfacente). Suoli troppo acidi o troppo alcalini possono influenzare negativamente la solubilità e l'assorbimento di alcuni elementi minerali.

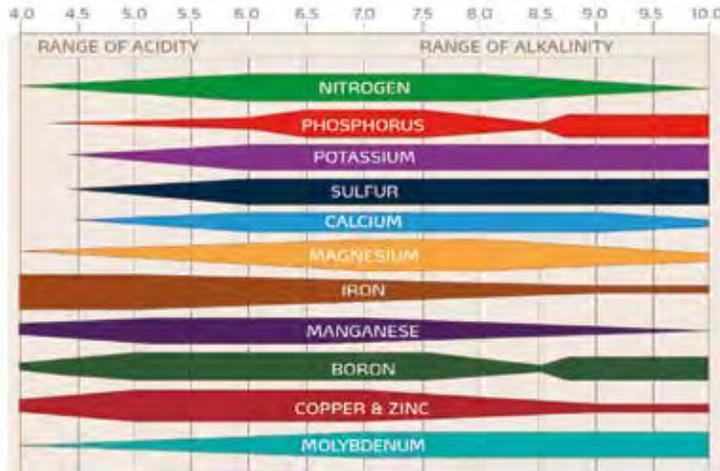


Fig. 3.2 Disponibilità degli elementi nutritivi in funzione del pH

Potere adsorbente

È la proprietà posseduta dall'argilla, dall'humus e dai complessi argillo-umici di trattenere sulla loro superficie gli ioni che si trovano nella soluzione circolante.

4. PRIMA DI ACQUISTARE I CONCIMI, IMPARIAMO UN PÓ DI CHIMICA

AZOTO

Le riserve di azoto nel terreno sono di due tipi:

Azoto organico

Rappresenta la riserva più cospicua (0,2-5 g di azoto per kg di suolo). Esso è presente in forme molto diverse: acidi umici, acidi fulvici e sostanze non umiche (residui animali, vegetali, sostanze parzialmente stabilizzate e biomassa microbica). L'azoto organico non è direttamente utilizzabile dalle piante, che assorbono quasi esclusivamente per via radicale NO_3^- e NH_4^+ ; esso diventa disponibile previa mineralizzazione. Con l'immobilizzazione, l'azoto inorganico passa ad azoto organico.

Azoto inorganico

Si intende l'ammonio fissato negli spazi interstrato dei fillosilicati 2:1 (illite, vermiculite, montmorillonite). La capacità di fissare e poi rilasciare ammonio da parte del suolo è influenzata da diversi fattori, quali la composizione mineralogica, la temperatura, l'umidità, la competizione fra cationi, la presenza di sostanza organica. Il processo di fissazione avviene quando la concentrazione di ammonio scambiabile eccede il valore di equilibrio, mentre il rilascio avverrebbe quando si determina un impoverimento della forma scambiabile. L'incremento della temperatura e l'alternanza di periodi secchi ed umidi aumenta la velocità di fissazione; la presenza di cationi che competono con l'ammonio (es. K- Rb, ecc.) diminuisce la fissazione di questo e ne promuove il rilascio. La sostanza organica ha la capacità di bloccare l'entrata dell'ammonio negli spazi interstrato.

L'importanza della frazione dell'ammonio fissato per la nutrizione vegetale è legata alla possibilità che le piante hanno di utilizzare questa riserva ed alle quantità di azoto che tale riserva contiene.

Sembra che, in assenza di concimazioni azotate, o con concimazioni frazionate, le piante riescano ad utilizzare l'azoto contenuto nelle riserve; le concimazioni eccessive, invece, riducono l'utilizzo da parte delle piante dell'ammonio fissato. In conclusione, l'ammonio fissato negli interstrati dei fillosilicati deve essere considerato una riserva azotata del suolo molto importante per la nutrizione delle colture arboree ed erbacee.

L'azoto e i concimi azotati

Le piante assorbono l'azoto dal terreno sotto forma nitrica o ammoniacale. Qualsiasi sia la fonte di provenienza, i due ioni hanno caratteristiche chimiche ben diverse e svincolate dal materiale originale di partenza (organico o inorganico). Un potenziale inquinamento può derivare da concime chimico, ma anche da azoto proveniente dalla mineralizzazione della sostanza organica del letame. I concimi nitrici, oltre alla loro funzione nutritiva, possono avere anche azione antiasfissiante (ossigeno dello ione nitrico) e anticongelante (lo ione nitrico, assorbito velocemente, aumenta la concentrazione della linfa).

I diversi sali contenenti azoto influenzano in maniera determinante i tempi di cessione delle forme assorbite dalle colture.

Un'importante strategia per ridurre le perdite di azoto nel terreno può essere quella di aumentare il fenomeno dell'immobilizzazione nei periodi in cui l'esigenza

dell'elemento da parte della coltura è molto bassa (es. inizio ciclo colturale); ciò è possibile distribuendo residui ad alto rapporto C/N, oppure riducendo gli apporti di azoto per mezzo dei fertilizzanti. Altra strategia di concimazione prevede il frazionamento della risorsa, con dosi minime nelle prime fasi di sviluppo della coltura e nei periodi con rischio di percolazione elevato, mentre si utilizzano dosi più elevate nei momenti di maggiore richiesta e nei periodi con minore incidenza di precipitazioni piovose.

Principi della concimazione azotata

I concimi nitrici sono validi nelle seguenti condizioni operative:

1. Nelle concimazioni di fine inverno (concimazioni di copertura ai cereali autunno-vernini), allo scopo di rinvigorire le piante e consentir loro di terminare il ciclo produttivo.
2. Negli ambienti pedoclimatici dove la nitrificazione si attua con difficoltà (terreni salsi, asfittici, con basse temperature in coincidenza dell'inizio primavera).
3. Nei periodi di siccità, nei quali la nitrificazione dei concimi ammoniacali subisce un rallentamento, causa la limitata disponibilità di acqua.
4. Nelle concimazioni effettuate quando la vegetazione è in uno stadio avanzato (es. localizzazioni tardive a colture da orto, concimazioni nel corso delle sarchiatura, al termine della fase di allegagione, ecc.).
5. L'azoto ammoniacale favorisce l'assorbimento del fosforo; quello nitrico del potassio e calcio.

I concimi ammoniacali (trattenuti dal potere adsorbente del terreno) devono subire dapprima la nitrificazione, che procede speditamente quando la temperatura del terreno supera i 10°C (primavera); in terreni acidi, salsi, asfittici o calcarei si può avere il fenomeno della denitrificazione con perdite di azoto ammoniacale anche del 15-25%.

Concimi a reazione		
Acida	Neutra	Alcalina
Solfato ammonico Urea formaldeide Urea ricoperta con zolfo Perfosfato Fosfato monoammonico Fosfato biammonico Solfato di potassio Cloruro di potassio	Nitrato ammonico Perfosfato di ammonio Urea	Ammoniaca anidra Nitrato di calcio Nitrato di magnesio Nitrato di sodio Nitrato del Cile Calciocianamide Scorie Thomas

Tab. 4.1 Reazione dei concimi

Calcio cianamide: è da considerarsi un concime ammoniacale. La sua distribuzione deve avvenire 2-3 settimane prima della semina o del trapianto delle colture.

Urea: in terreni ricchi di sostanza organica, ed in presenza di buone condizioni di temperatura ed umidità, subisce l'idrolisi a carbonato di ammonio in 2-3 giorni grazie all'enzima ureasi (presente anche nella pianta, per cui è possibile anche l'applicazione fogliare); in mancanza di sostanza organica, la trasformazione impiega anche 7-8 giorni, con rischi di dilavamento (essendo molto solubile). Il carbonato ammonico si trasforma successivamente in ammoniaca. In terreni sabbiosi o calcarei e con bassa umidità si possono avere perdite di azoto per volatilizzazione dell'ammoniaca; in questi casi, l'urea deve essere sempre ricoperta con una lavorazione. È da evitare l'impiego localizzato perché si potrebbero avere problemi di fitotossicità per eccessivo accumulo di ione nitroso (causa il forte pH e l'alta concentrazione di ammoniaca nella zona di localizzazione dell'urea).

Nitrato di calcio: viene assorbito velocemente dalla pianta. È interessante il suo utilizzo nei terreni limosi soggetti a crosta. In questi casi, l'applicazione del nitrato di calcio, seguita da una leggera irrigazione, determina una flocculazione a carico dei colloidi argillosi con miglioramento della struttura.

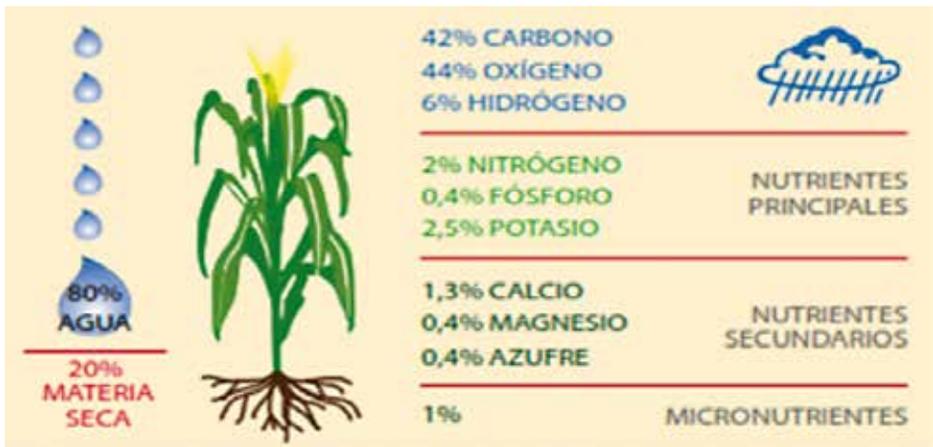


Fig. 4.1. Elementi indispensabili per le piante

FOSFORO

Le forme di fosforo presenti nel terreno sono:

Fosforo organico

Rappresenta il 30-50% del P totale presente nel suolo ed è quello contenuto nella sostanza organica (mediamente lo 0.5% espresso come P).

Fosforo inorganico

Si trova nel terreno in massima parte trattenuto fortemente dal potere adsorbente (superficie dei colloidali elettropositivi, complessi argillo-umici) e in piccola parte disciolto nella soluzione circolante, dove la sua concentrazione oscilla fra 0,01 e 8 mg/l.

Il P è difficilmente lisciviabile. La sua solubilità è in funzione soprattutto del pH. Infatti, nei terreni fortemente acidi, il P forma complessi insolubili con gli idrossidi di Fe e Al (fosfati di Fe e Al). Nei terreni tendenzialmente neutri, il P è prevalentemente presente sotto forma di fosfato monocalcico ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) e bicalcico (CaHPO_4), mentre nei terreni basici e calcarei il P tende a precipitare come fosfato tricalcico $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (retrogradazione).

Le uniche due forme di fosforo del suolo assorbibili dalle piante sono H_2PO_4^- e HPO_4^{2-} .

Nella lettura delle etichette bisogna considerare che il fosforo solubile in acidi minerali corrisponde al fosforo totale (compreso quello insolubile in acqua e in qualunque altro solvente); la solubilità in acido citrico e formico, o in citrato ammonico alcalino, si riferisce a particolari prodotti (indice di scarsa qualità e di non disponibilità per le colture). Il fosforo solubile in acqua e citrato ammonico neutro identifica quello utilizzato dalle piante in tempi abbastanza brevi; la parte solubile in acqua rappresenta la quota immediatamente e sicuramente disponibile per le colture. L'intervallo di pH più favorevole all'assimilabilità del fosforo è quello compreso fra 6 e 7.5; importante l'impiego di concimi misto-organici, dove la parte organica protegge il fosforo da fenomeni di insolubilizzazione. In molte situazioni pedoclimatiche italiane l'efficienza dei concimi fosfatici è del 5-15%.

Principi della concimazione fosfatica

1. L'assorbimento del fosforo è in genere molto elevato nelle piante giovani, per diminuire poi progressivamente negli anni.

2. Le piante assorbono quantitativi di fosforo proporzionali alle loro reali esigenze senza “consumi di lusso”.
3. Il fosforo è poco mobile nel terreno, per cui deve essere distribuito uniformemente in tutto lo strato di suolo interessato dall'apparato radicale.
4. Grande importanza sulla solubilità e sull'assimilabilità dei composti fosfatici da parte delle piante ha il pH del suolo. L'azione bloccante si manifesta maggiormente nei suoli calcarei con pH fra 7.5 e 8.5, poveri di sostanza organica e soggetti a ristagni idrici.
5. Non conviene eccedere con le concimazioni fosfatiche quando nel terreno vi è già un ottimale livello di fosforo assimilabile, in quanto la quota non utilizzata è facilmente soggetta a retrogradazione.
6. Se si devono effettuare concimazioni di “arricchimento” è bene frazionare l'intera dose in più anni.
7. Bisogna prestare molta attenzione alle variazioni di pH e alle pratiche correttive.

La scelta del tipo di concime fosfatico dovrà essere fatta in relazione al pH e alle quote di fosforo assimilabile presenti nel suolo. Nei terreni molto acidi e acidi si dovranno preferire i concimi insolubili e ricchi di calcio.

- Per i suoli neutri andranno bene tutti i tipi, dando la preferenza a quelli insolubili per pH tendenti a valori bassi e solubili per pH più elevati.
- Per i terreni alcalini si utilizzeranno solo le forme solubili.
- Dare la preferenza alle forme solubili nei suoli poveri di fosforo e con piante a rapido accrescimento.
- In suoli provvisti di fosforo, e con piante a ciclo poliennale e a lento accrescimento, utilizzare le forme meno solubili (valutare il pH).
- Il frazionamento della concimazione fosfatica può essere vantaggioso in suoli poveri in fosforo e ricchi di calcare.
- In ambiente con pH superiore a 6.2, l'acidificazione e la nitrificazione facilitano l'assunzione del fosforo. Lo ione ammonio dei concimi binari ($P-N-NH_4$) facilita il trasporto di fosforo nelle piante.

POTASSIO

Il potassio è presente nel terreno quasi esclusivamente in forma minerale (come ione K^+) o incorporato, sempre come ione, nella sostanza organica dei residui colturali. Il potassio minerale è presente in varie forme, non tutte disponibili per l'assorbimento radicale:

Potassio nativo

Rappresenta il 90-98% del potassio totale nel terreno. Entra nella costituzione dei reticoli cristallini dei minerali primari e secondari; non è scambiabile con la soluzione circolante del terreno e quindi non è disponibile nel breve-medio periodo per le piante.

Potassio fissato

Rappresenta l'1-10% del potassio totale. Si trova negli spazi interstrato dei minerali secondari (es. vermiculiti) e non è scambiabile. Nei terreni ricchi di argilla, parte della concimazione distribuita tende ad essere immobilizzata nei colloidi, e quindi viene sottratta all'assorbimento della coltura.

Potassio scambiabile

È adsorbito sulla superficie dei colloidi. È in equilibrio con la frazione solubile e di norma non supera l'1% del K totale; alcune piante riescono ad assorbirlo.

Potassio solubile

È quello disciolto nella soluzione circolante del terreno, in equilibrio con il potassio scambiabile. È la forma assorbita normalmente dalle radici. Il potassio è un elemento poco mobile e non viene trattenuto dal potere adsorbente del terreno; nei terreni sabbiosi e/o con una ridotta capacità di scambio cationico, una frazione importante del potassio distribuito con i concimi può essere persa per lisciviazione.

Principi della concimazione potassica

In un concime potassico non è il catione (potassio) che fa la differenza ma l'anione (solfato o cloruro). Il cloruro di potassio è il concime potassico più diffuso nelle zone dove la permeabilità del terreno e la disponibilità di acqua assicurano un rapido dilavamento dei cloruri (da evitare nei climi semiaridi e nei terreni pesanti o argillosi, per evitare accumuli di cloruri). Il cloro può provocare danni a diverse colture (es. vite, tabacco, fruttiferi, ortive, ecc.), anche se il problema può essere in parte risolto anticipando di qualche mese la distribuzione in campo rispetto alla

semina o al trapianto (o alla ripresa dell'attività radicale per le colture arboree). Bisogna ricordare che il cloro è un elemento molto importante per la nutrizione vegetale, specialmente per alcune colture (es. grano).

Tab. 4.2. Miscibilità dei concimi più comuni (Fonte: EFMA)

	N di Ca	N di Mg	S Am	N Am	Ac N	DAP	MAP	Ac P	Urea P	S di K	N di K	MKP	S di Mg
Nitrato di Ca	-	SI	L	SI	SI	NO	NO	NO	NO	L	SI	NO	NO
Nitrato di Mg	SI	-	L	SI	SI	NO	NO	NO	NO	L	SI	NO	SI
Solfato Am	L	L	-	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	L	SI	SI
Nitrato Am	SI	SI	SI	-	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Acido Nitrico	SI	SI	SI	SI	-	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
DAP	NO	NO	SI	SI	SI	-	SI	SI	SI	SI	SI	SI	L
MAP	NO	NO	SI	SI	SI	SI	-	SI	SI	SI	SI	SI	L
Ac Fosforico	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	-					L
Urea P	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	-	SI	SI	SI	NO
Solfato di K	L	L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	-	L	SI	SI
Nitrato di K	SI	SI	L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	L	-	SI	SI
MKP	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	-	L
Solfato di Mg	NO	SI	SI	SI	SI	L	L	L	NO	SI	SI	L	-

Il Solfato di Magnesio risulta miscibile con i Fosfati (non si formano precipitati insolubili) se si lavora a concentrazioni basse.....e si rimane in ambiente acido pH 5,5-6,2

5. FERTILIZZAZIONE: NUOVE PROSPETTIVE.

BIOSTIMOLANTI (acidi umici, estratti di alghe, idrolizzati proteici, osmoprotettori). **CONCIMAZIONE LOCALIZZATA**, ecc.

Fertilizzante: qualsiasi sostanza che, per il suo contenuto in elementi nutritivi, oppure per le sue caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche, contribuisce al miglioramento della fertilità del terreno agrario e al migliore sviluppo delle specie vegetali coltivate.

Concime: qualsiasi sostanza naturale o sintetica, minerale o organica, idonea a fornire alle colture l'elemento o gli elementi chimici della fertilità.

Ammendanti e correttivi: qualsiasi sostanza naturale o sintetica, minerale o organica, capace di modificare e migliorare le proprietà e le caratteristiche chimiche, fisiche, biologiche e meccaniche di un terreno.

Biostimolanti

Acidi umici

Estratti di alghe

Idrolizzati proteici



Secondo la legislazione italiana (D.Lgs.75/2010 e successive modifiche) si definiscono biostimolanti i “*prodotti che apportano ad un altro fertilizzante o al suolo o alla pianta, sostanze che favoriscono o regolano l’assorbimento degli elementi nutritivi o correggono determinate anomalie di tipo fisiologico*”.

Secondo l’EBIC (Europaen Biostimulants Industry Council), i biostimolanti sono “*sostanze e/o microrganismi che applicati alla pianta o alla rizosfera stimolano processi naturali che migliorano l’efficienza d’assorbimento e d’assimilazione dei nutrienti, la tolleranza a stress abiotici e la qualità del prodotto*”.

SOSTANZE UMICHE

Generalmente sono considerate come sostanze umiche gli acidi umici (solubili in acqua a pH alcalino e precipitano a pH 1-2), gli acidi fulvici (solubili in acqua a tutti i pH) e le umine (non solubili in acqua). Sono il risultato delle trasformazioni chimiche o biologiche di residui vegetali e animali operate nel suolo da microrganismi; i composti chimici che ne derivano, aventi struttura prevalentemente aromatica, sono più stabili dei composti di partenza.

In genere sono estratti da depositi di leonardite, lignite, torba, compost, vermicompost; le sostanze umiche provenienti da torba e compost (vermicompost) sembrano avere una maggiore attività biostimolante rispetto a quelli estratti da giacimenti di humus fossile.

Per la valutazione del contenuto di sostanze umiche negli ammendanti si calcolano il grado di umificazione (parametro quali-quantitativo; i valori vanno da 0 a 100. La leonardite ha valore 80-95) ed il tasso di umificazione (parametro quantitativo; i valori vanno da 0 a 100. La leonardite ha valore 60-90).

Grado di umificazione (DH%): $(HA+FA)/TEC*100$

Dove (HA+FA)=carbonio estratto umificato (quota di sostanza organica umificata). Il grado di umificazione rappresenta una stima della frazione organica umificata nei confronti di quella potenzialmente umificabile.

TEC=carbonio estratto

Tasso di umificazione (HR%): fornisce indicazione di carattere quantitativo. Rappresenta il “titolo” in sostanza organica umificata del fertilizzante.

$$(HA+FA)/TOC*100$$

Dove TOC= carbonio organico totale



Fig. 5.1 Estratti umici

La presenza di sostanze umiche nei concimi organici è pressoché nulla, con l’eccezione del letame essiccato e di pochi altri composti se ben maturati (es. pollina essiccata). Nei concimi misti-organici, esse sono presenti solo se sono state utilizzate matrici organiche contenenti sostanze umiche.

Secondo la definizione dell’IHSS, le sostanze umiche (HS) sono miscele complesse ed eterogenee di materiali polidispersi formati nei suoli, nei sedimenti e nelle acque naturali per reazioni chimiche e biochimiche durante la decomposizione e la trasformazione di residui vegetali e microbici (processo denominato umificazione). Oggi vengono meglio identificate come **NOM** (Natural organic matter= sostanza organica naturale).

Tab. 5.1 Valori medi di DH ed HR (%)

Campione	DH (%)	HR (%)
Suolo agrario	68.2	58.2
Suolo forestale	76.5	47.8
Reflui suini	70.5	18.3
Letame bovino non maturo	83.7	25.5
Compost da letame bovino	86.3	34.2
Cuoio	4.8	1.6
Torba umificata	76.9	59.6
Leonardite	94.9	82.7
Organo minerale a base di torba umificata	56.5	35.0
Organo minerale a base di pollina non fermentata	67.6	12.7

Applicazioni pratiche delle sostanze umiche

Effetto delle sostanze umiche sul terreno

I maggiori effetti si hanno con gli acidi umici, la frazione di sostanze umiche ad elevato peso molecolare che, essendo scarsamente assorbita dalle radici, rimane nel terreno.

1. Protezione del fosforo dall'insolubilizzazione, con miglioramento della disponibilità per le piante.
2. Aumento della disponibilità e dell'efficacia del potassio.
3. Interazione con molecole organiche potenzialmente tossiche e riduzione della loro tossicità (es. prodotti fitosanitari, sodio, cloro, ecc.).
4. Azione chelante sui metalli presenti nel terreno (Fe, Mn, Zn, ecc.). A differenza di quanto accade con i chelati di sintesi (EDTA-DTPA-EDDHA, ecc.), quelli della sostanza organica restano disponibili per le piante anche per molti anni.
5. Miglioramento dell'attività floromicrobica.
6. Aumento della CSC e della capacità di trattenere l'acqua (fino a quattro volte il loro peso).
7. Riscaldamento del terreno grazie al colore scuro.
8. Aumento della stabilità del pH (capacità tampone).
9. Effetto positivo sulla struttura e sulla strutturabilità del terreno. Migliorano gli scambi gassosi, la permeabilità all'acqua, il potenziale di ossidoriduzione.
10. Minore crepacciamento nei terreni argillosi; in quelli limosi si limitano i fenomeni di crosta superficiale; in terreni sabbiosi si ha maggiore ritenzione idrica.

11. Riduzione dei fenomeni erosivi.

12. Gli acidi umici, essendo recalcitranti a degradazione microbica, si prestano a veicolare inoculanti microbici nella rizosfera (biofertilizzanti).

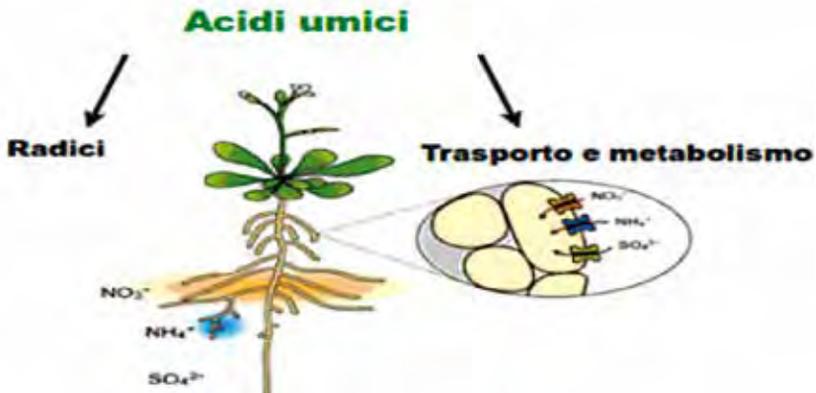


Fig. 5.2 Azione di stimolo sui trasportatori di membrana (Foto G. Colla-DAFNE Tuscia)

Azione sulla nutrizione delle piante

Gli effetti sono dovuti maggiormente agli acidi fulvici, la frazione di sostanze umiche a basso peso molecolare facilmente assorbita dalle radici delle piante.

1. Alcune sostanze umiche hanno un effetto diretto sulle vie metaboliche primarie; in particolare migliorano la respirazione e la fotosintesi (sembrano agire sull'espressione degli enzimi implicati in questi processi fisiologici).
2. Alcuni composti ad azione ormonosimile (hormone like) presenti nelle sostanze umiche (auxinosimile) agiscono direttamente sulla crescita delle piante, in particolare sullo sviluppo radicale (accelerazione della divisione meristematica e dell'attività citochininica).
3. Aumento del contenuto di clorofilla, di zuccheri, di acidi nucleici e di metaboliti secondari (es. alcaloidi, antiossidanti).
4. Minore sensibilità alla siccità, grazie all'azione di osmoprotezione.
5. Minore sensibilità a stress abiotici (es. salinità) e biotici.
6. Riduzione della senescenza dei tessuti, grazie all'azione selettiva sulla sintesi proteica.
7. Aumento della permeabilità delle membrane cellulari; vengono così favoriti l'assorbimento e la traslocazione degli elementi nutritivi, specialmente a livello radicale (nitrato, solfato, fosfato).

Le sostanze umiche a basso peso molecolare solubili in acqua sono in grado di influenzare l'assorbimento del nitrato e l'attività dell' H^+ ATPasi della membrana plasmatica. Di norma, nella rizosfera, l'interazione fra le radici e le sostanze umiche è possibile quando queste hanno dimensioni sufficientemente piccole da poter penetrare nell'apoplasto e raggiungere la membrana; tuttavia, il rilascio di protoni e di acidi organici da parte della pianta e dei microrganismi, può rendere possibile anche la dissociazione di macrostrutture umiche, difficilmente disponibili come tali.



Leonardite

È costituita da residui vegetali in corso di fossilizzazione (geologicamente intermedia fra torba e lignite). La principale caratteristica della leonardite è il livello di umificazione, che è tra i più elevati in natura.

Gli effetti positivi derivanti dal suo impiego (le proprietà sono quelle delle sostanze umiche) si rilevano essenzialmente nei terreni poveri di sostanza organica; l'utilizzo di questi fertilizzanti (causa anche il loro costo elevato) deve essere subordinato a specifiche problematiche agronomiche.

IDROLIZZATI PROTEICI

Sono miscele di proteine e di amminoacidi provenienti dalla lisi di organismi viventi, quali piante, alghe e animali (residui della lavorazione del cuoio, industria ittica, ecc.) o microrganismi. Si ottengono per idrolisi chimica, enzimatica o mista. In funzione del tipo di processo idrolitico utilizzato e della matrice organica di partenza, si possono ottenere idrolizzati proteici con composizione e caratteristiche agronomiche diverse (gli idrolizzati proteici del collagene presentano come amminoacidi dominanti la glicina e la prolina; quelli delle leguminose l'acido glutammico e l'acido aspartico).

Per una corretta valutazione di un idrolizzato proteico si possono considerare i

seguenti parametri:

- ❑ Amminoacidi totali.
- ❑ Amminoacidi liberi (aminogramma).
- ❑ Peptidi e polipeptidi.
- ❑ Peso molecolare.
- ❑ Grado di racemizzazione (rapporto fra amminoacidi destrogiri ed amminoacidi totali).
- ❑ Presenza di amminoacidi-L o di amminoacidi-D.
- ❑ Presenza di altre sostanze importanti (triacontanolo, poliammine).

Un processo idrolitico molto spinto (es. idrolisi chimica) porta alla formazione di idrolizzati proteici ricchi in amminoacidi e peptidi (e povero in polipeptidi); per contro, si può avere distruzione di alcuni amminoacidi ed aumento di salinità (dovuto all'uso di agenti chimici).

Di particolare importanza è il tipo di idrolisi, in quanto l'idrolisi enzimatica (a bassa temperatura e valori di pH vicini alla neutralità) dà origine ad amminoacidi di tipo levogiro, particolarmente attivi nei processi biochimici della pianta; gli amminoacidi destrogiri, prodotti in particolare dall'idrolisi chimica, devono subire varie trasformazioni prima di essere assorbiti (meno attivi sui processi metabolici della pianta). In definitiva, le piante preferiscono la forma levo degli amminoacidi a quella destrogira. Gli amminoacidi vengono facilmente assorbiti ed utilizzati dalle piante, che così "risparmiano" dal punto di vista energetico, non dovendo assorbire azoto minerale per organicarlo.

Ruolo biochimico-agronomico degli amminoacidi

- ❑ **Fotosintesi clorofilliana:** la glicina è un costituente della clorofilla; l'acido glutammico incrementa la sintesi della clorofilla.
- ❑ **Sintesi proteica:** l'acido glutammico, la glutammina, l'acido aspartico e l'asparagina sono gli amminoacidi di partenza della sintesi proteica.
- ❑ **Assorbimento dei microelementi:** l'acido aspartico, l'acido glutammico e la glicina sono in grado di formare dei chelati con elementi nutritivi e con molecole di diversa natura.
- ❑ **Lignificazione:** la fenilalanina e la tirosina sono dei precursori per la biosintesi della lignina.

- ▣ **Resistenza agli stress abiotici:** la prolina e l'idrossiprolina si accumulano nel citoplasma a seguito di stress idrico ed osmotico; l'alanina ed il y-amminobutirrato si producono nel caso di stress anaerobico; il glutatione (derivato dall'amminoacido cisteina) nel caso di presenza di metalli pesanti e di stress ossidativo; le poliammine (derivate dall'arginina) si accumulano nel caso di deficienza di potassio e stress idrici od osmotici.
- ▣ **Attività ormone-simile:** diversi amminoacidi sono precursori metabolici degli ormoni (ad esempio il triptofano è un precursore dell'acido indolacetico; la metionina dell'etilene; l'arginina delle poliammine).
- ▣ **Processi di maturazione dei frutti:** l'alanina, l'isoleucina, la leucina e la valina sono precursori degli aromi; la fenilalanina è un precursore del colore; l'alanina, l'arginina, la glicina e la prolina sono precursori di sostanze fondamentali del sapore. La metionina è un precursore dell'etilene; favorisce la maturazione dei frutti.

Idrolizzati proteici

1. *Epitelio animale idrolizzato:* deriva dai residui di concerie e macelli sottoposti ad idrolisi con acidi minerali. La disponibilità di elementi nutritivi è veloce.
2. *Carniccio fluido in sospensione:* ottenuto per sospensione di residui di lavorazione della carne, solubilizzati e parzialmente idrolizzati.
3. *Epitelio idrolizzato fluido:* ottenuto per idrolisi enzimatica di epitelio animale idrolizzato.
4. *Idrolizzato proteico di erba medica.*

Azione degli idrolizzati proteici

1. Attività nutrizionale ed energetica, grazie alla presenza di amminoacidi, peptidi, polipeptidi (azoto organico direttamente utilizzabile). Gli aminoacidi e peptidi complessano i nutrienti prevenendone l'insolubilizzazione.
2. L'apporto di idrolizzati proteici all'apparato radicale stimola l'attività microbica della rizosfera (i microrganismi si nutrono di essudati radicali, già ricchi di sostanze zuccherine).
3. La L-prolina, contenuta in alcuni idrolizzati proteici, può avere effetti biostimolanti in situazioni di stress (es. carenze idriche, gelate tardive, salinità eccessiva, ecc.).

4. Gli idrolizzati proteici possono ridurre l'accumulo di nitrati negli ortaggi.
5. Gli idrolizzati proteici permettono una migliore assimilazione dell'azoto, favorendo la sintesi nelle piante di nitrato riduttasi e di altri enzimi importanti nella nutrizione azotata delle piante.
6. Incremento del tasso di proteine nella granella, grazie al miglior assorbimento di azoto.
7. L'applicazione di idrolizzati proteici permette di attivare certi segnali molecolari implicati nella formazione di radici secondarie.
8. Gli idrolizzati proteici favoriscono una migliore qualità della produzione stimolando la sintesi di vitamine, zuccheri, proteine, ecc.; essi migliorano il colore dei frutti (antociani, carotenoidi) e gli aromi.
9. Alcuni amminoacidi specifici (acido aspartico, acido glutammico, fenilalanina, ecc.) favoriscono la germinazione dei semi; la prolina favorisce la fertilità del polline; la lisina e l'acido glutammico favoriscono l'impollinazione.
10. Alcuni amminoacidi (es. la glicinbetaina) hanno azione osmoprotettiva e migliorano l'aspetto qualitativo dei frutti e la tenuta in post-raccolta (diminuzione microfessure).
11. L'applicazione di idrolizzati proteici può aumentare l'attività antiossidante endogena.
12. Glicina ed acido glutammico sono due amminoacidi precursori della sintesi della clorofilla; il loro apporto esogeno permette di aumentare la fotosintesi. L'acido glutammico favorisce l'apertura degli stomi, e quindi permette di attivare la fotosintesi clorofilliana.
13. Attività auxino simile. Un peptide promotore della radicazione (RHPP) è stato identificato in un idrolizzato proteico di origine vegetale.

Effetti fisiologici della prolina e glicinbetaina

- Osmoregolazione.
- Protezione della funzionalità delle membrane dalla disidratazione.
- Riserva di C e N.
- Formazione di vacuoli a livello radicale dove si accumula il sodio, che quindi viene trasportato in minor misura nella parte epigea.
- Detossificazione della cellula dai radicali liberi.
- Maggior accumulo di potassio nella parte epigea.
- Abbassamento del punto di congelamento dei tessuti vegetali.
- Protezione degli enzimi dalla denaturazione.

- Attivazione di geni responsabili della sintesi di enzimi coinvolti nella tolleranza a stress.

Nota: La prolina, all'interno della pianta, viene degradata a glutammato. È possibile inibire questa trasformazione, rendendo più efficace l'applicazione esogena dell'amminoacido, attraverso inibitori della degradazione ossidativa della prolina (TCA-acido tiazolidincarbossilico; ATCA-acidoN-acetiltiazolindicarbossilico; 4-idrossiprolina).

ESTRATTI DI ALGHE

Specie utilizzate

Ascophyllum nodosum, Ecklonia maxima, Durvillea spp., Fucus spp., Himanthalia elongate, Laminaria spp., Macrocystis pyrifera, Sargassum spp.



Fig. 5.3 Ascophyllum nodosum

Gli estratti di alghe contengono una moltitudine di composti (ormoni, amminoacidi, microelementi benefici non essenziali, zuccheri, ecc.) che hanno modi di azione diversi sui processi fisiologici e biochimici delle piante coltivate.

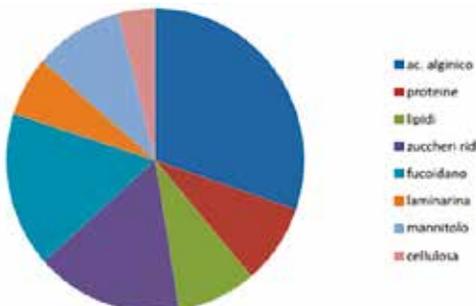


Fig. 5.4 Composizione di Ascophyllum nodosum

Possibili attività delle alghe sulla nutrizione vegetale o sul sistema radicale delle piante

1. Gli estratti di alghe permettono di migliorare l'assorbimento degli elementi minerali (soprattutto N e P) grazie all'azione di stimolo sull'attività della nitrato riduttasi (agiscono alcuni composti, come ad esempio il mannitolo) e delle fosfatasi radicali implicate, queste ultime, nell'assorbimento dei fosfati.
2. Alcuni composti presenti in estratti di alghe (polisaccaridi, colloidali, amminoacidi, mannitolo) possono agire come chelanti di elementi minerali presenti nel suolo.
3. Gli estratti di alghe possono migliorare il contenuto proteico della granella grazie al miglior assorbimento di azoto da parte della pianta.
4. Gli estratti di alghe agiscono sulle proprietà fisiche e biologiche del suolo grazie al contenuto di alginati e fucoidi, che mantengono nel suolo una certa umidità ed aerazione, essenziali per lo sviluppo dell'apparato radicale e dei microrganismi benefici per la crescita delle piante.

Esempi di stimolazione della crescita e della fotosintesi

1. Gli estratti di alghe hanno un effetto positivo sulla crescita di radici, fusto, foglie e fiori (ormoni esogeni, quali auxine, citochinine, giberelline).
2. Alcuni composti presenti nelle alghe (polisaccaridi, poliammine) agiscono sulla sintesi e sull'attività di ormoni endogeni.
3. La glicinbetaina (presente in alcuni estratti di alghe) rallenta la degradazione della clorofilla e favorisce una migliore fotosintesi.

Esempi di miglioramento a stress abiotici

1. Gli estratti di alghe permettono di migliorare la tolleranza agli stress abiotici (siccità e salinità eccessiva). È una conseguenza della presenza di osmoregolatori (glicinbetaina) e dell'azione sui meccanismi antiossidanti.
2. Gli estratti di alghe contenenti acido abscissico possono contribuire alla resistenza agli stress idrici.

Effetti su resistenza a stress biotici (prove sperimentali)

- Applicazioni fogliari di estratto a base di *A. nodosum* riducevano le popolazioni di acari rossi in melo e fragola.
- Applicazioni fogliari di estratto a base di *A. nodosum* rendevano le piante meno

attraenti verso gli afidi.

- Applicazioni radicali di estratto a base di *Ecklonia maxima* riducevano danni da nematodi.

La laminarina è una sostanza estratta dall'alga bruna *Laminaria digitata*; può innescare i meccanismi di difesa delle piante attraverso: l'irrobustimento della parete, la produzione di fitoalessine e la produzione di PR proteine

MICROORGANISMI

Sono chiamati anche: *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) o *plant growth promoting bacteria* (PGPB); promuovono la crescita della pianta colonizzando le radici, favorendo la sintesi di composti utili nel metabolismo vegetale, facilitando l'assorbimento di nutrienti e di acqua e riducendo gli attacchi di patogeni (induzione di resistenza; antagonismo diretto contro i patogeni).



Fig. 5.5 Microrganismi benefici in agricoltura (Dott. D. Crispo Università di Napoli)

Altre azioni dei microrganismi

- Azotofissazione libera o simbiotica.
- Solubilizzazione di nutrienti.
- Chelazione di nutrienti, grazie a siderofori.
- Produzione di acidi organici.
- Produzione di fitormoni (PGR: auxine, citochinine, giberelline, ecc.).
- Resistenza a stress abiotici (siccità, salinità).
- Biocontrollo contro i patogeni (parassitismo diretto, competizione, antibiotici).

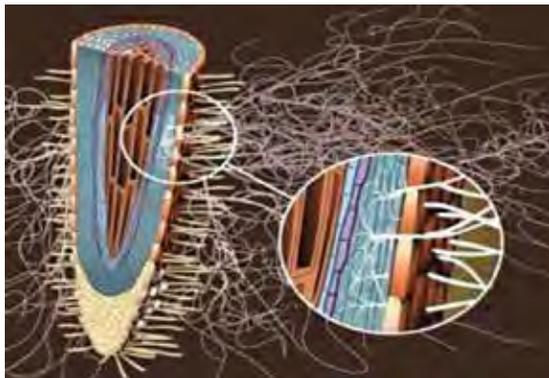


Fig. 5.6 Micorrize

Batteri azotofissatori liberi: Azospirillum spp., Pseudomonas spp., Azotobacter spp., Bacillus spp.;

Batteri azotofissatori simbiotici: cianobatteri del genere Rhizobium spp.

Phosphate solubilizing bacteria: Bacillus spp., Pseudomonas putida

Funghi: ascomiceti, basidiomiceti (Trichoderma spp.)

Funghi micorrizici: AMF, Glomus spp.

Consorti microbici (micorrize, batteri della rizosfera, funghi)

FERTILIZZAZIONE, NUOVE PROSPETTIVE

• Clorosi

Nuovi complessi del ferro (e altri elementi) con amminoacidi, peptidi, zuccheri, umati. I vantaggi derivano dalla non fitotossicità, rischio pressoché nullo per gli operatori, rapido assorbimento fogliare.

• Fosforo per via fogliare

Gli zuccheri fosforilati (es. glucosio 1-fosfato) vengono facilmente assorbiti dalle foglie e trasportati nel sistema floematico. Stimolano l'attività fotosintetica.

• Silicio

Può migliorare la tolleranza ad alcuni stress abiotici (sicchezza, salinità) e biotici (es. oidio); favorisce l'assorbimento del fosforo, azoto, potassio e calcio. Migliora l'attività antiossidante di enzimi e stabilizza le strutture cellulari.

• ATCA (acetiltioproline)

Promuove la divisione cellulare e la crescita, favorendo l'allegagione e la germinazione dei semi. Origina cisteina (un amminoacido importante per i gruppi ferro-zolfo dei complessi proteici della fotosintesi; essa ha anche attività antiossidante ed è precursore del glutatione) e prolina (osmoprotettore, antiossidante).

• Acido folico

È un coenzima di fondamentale importanza nella biosintesi degli amminoacidi e degli

acidi nucleici. Aumenta la vitalità e la germinabilità dei semi.

- **Poliammine**

Sono una classe di regolatori della crescita naturalmente presenti nei giovani tessuti delle piante (le più conosciute sono la putrescina, la spermidina e la spermina). Controllano i fenomeni di divisione cellulare e di organogenesi (differenziazione dei tessuti), svolgendo pertanto un importante ruolo nei processi di fioritura, fecondazione e allegagione.

- **Triacontanolo**

È un alcool a lunga catena tipico delle Fabaceae. Stimola l'attività degli enzimi implicati nel metabolismo dell'azoto, migliorandone così l'assimilazione.

- **Tocoferoli e glutatione**

Migliorano la risposta a stress ossidativi. I tocoferoli “sequestrano” e disattivano i radicali liberi formati nella fotosintesi.

- **Acido abscissico**

Migliora la risposta a stress fisiologici (caldo e freddo eccessivi, siccità, ecc.), attiva la chiusura degli stomi e migliora la colorazione nelle uve.

- **Caidrina**

È una sostanza estratta da particolari substrati vegetali. Incrementa la capacità dell'apparato radicale di assumere nutrienti, specialmente in condizioni sfavorevoli (siccità, ristagni, pH sfavorevoli).

- **Estratti specifici di lieviti enologici**

Migliorano la qualità fenolica e, in generale, il gusto dei vini.

Chelati di ferro

Per l'applicazione al suolo si utilizzano Fe-EDDHSA, Fe-EDDHA, Fe-EDDCHA, Fe-EDDHMA, Fe-EDDHS, più stabili del Fe-DTPA, Fe-EDTA, Fe-HEDTA (specialmente nelle forme orto-orto).



Fig. 5.7 Clorosi ferrica

È sempre bene non miscelare i chelati con composti cuprici, in quanto il rame, ad elevate concentrazioni può competere con il ferro; l'applicazione congiunta di microelementi può altresì ridurre l'efficacia del chelante.

In linea generale, la stabilità del chelante segue la seguente classificazione Fe-EDDHSa>EDDHMA=Fe-EDDHA, mentre la lisciviabilità ha il seguente ordine: EDDHSA>EDDCHA>EDDHA>EDDHMA .

L'assorbimento dei chelati in primavera può essere rallentato dalla bassa temperatura del suolo e da un eccessivo contenuto idrico, fattori che limitano la crescita delle radici e di conseguenza l'assorbimento del ferro.

Il rapporto fra gli isomeri è estremamente importante. Le forme orto-orto formano complessi più stabili (effetto più duraturo) con il ferro. L'isomero para-para non è in grado di formare complessi stabili, mentre l'orto-para forma chelati stabili ed è velocemente utilizzato dalle piante.

Tab. 5.2 Caratteristiche dei chelati

Tipo chelato	Fe-chelato	Solubilità e stabilità	Interazioni con il terreno	Utilizzo pianta	Persistenza
Fe-EDDHA	Elevato	Elevato	Elevato	Elevato	Medio
Fe-EDDHMA	Elevato	Elevato	Medio	Medio	Limitato
Fe-EDDHSa	Medio	Molto elevato	Limitato	Medio	Limitato

Fra i nuovi agenti chelanti si segnalano il Fe-HBED (maggiore stabilità e durata rispetto a Fe-EDDHA e concentrazione di ferro di circa il 9%) e il Fe-IDHA (imminodisuccinato), con agente chelante biodegradabile.

Chelati fogliari: in genere si utilizzano formulati a base di Fe-EDTA e Fe-DTPA (fotostabili). Il loro impiego è giustificato in primavera, quando l'attività radicale può essere rallentata da basse temperature e ristagni, o ai primissimi sintomi di clorosi. Richiedono una buona copertura dell'apparato fogliare ed il loro assorbimento è favorito da elevata umidità ambientale.

Innovazioni: In alcuni casi di clorosi della vite e dei fruttiferi si è dimostrato efficace l'impiego della vivianite (composto preparato in azienda dalla miscela di FeSO₄ e fosfato monoammonico) e dalla siderite (per applicazioni sull'olivo). Altri composti interessanti nella cura della clorosi ferrica si sono rivelati quelli a base di sangue, amminoacidi, acidi umici, ligninsolfonati e derivati di alcuni estratti vegetali (es. *Amaranthus retroflexus*).

L'inerbimento con Graminacee può migliorare la nutrizione ferrica. L'effetto è dovuto alla capacità di tali specie di solubilizzare, attraverso la secrezione di fitosiderofori (sostanze capaci di legare e solubilizzare lo ione ferrico), il ferro presente nel suolo. Fra le Graminacee è risultata particolarmente efficace la *Festuca rubra*.

OSMOLITI ed OSMOPROTETTORI

Gli osmoliti, o “soluti osmoticamente attivi”, o “soluti compatibili”, sono una categoria di composti altamente solubili e a basso peso molecolare; non interferiscono con le strutture e le funzioni cellulari.

Fra i più noti si citano gli amminoacidi (prolina, ectoina, glutammato), i composti dell’ammonio quaternario (glicinbetaina), i polioli (mannitolo, sorbitolo, ecc.), gli zuccheri (saccarosio, trealosio, ecc.), gli alcoli (glicoli), ecc.

Questi composti sono maggiormente sintetizzati/accumulati durante l’esposizione a situazioni di stress. Il meccanismo generale d’azione degli osmoprotettori consiste nell’abbassamento del potenziale dell’acqua nella cellula.

Altre possibili funzioni sono:

1. Abbassano il potenziale dell’acqua.
2. Abbassano il punto crioscopico.
3. Stabilizzano le proteine.
4. Stabilizzano la struttura delle membrane.
5. Riducono i radicali liberi e proteggono dai danni ossidativi (inattivazione ROS).
6. Costituiscono una riserva di carbonio, azoto e potere riducente per alimentare il metabolismo nella fase di stress.

Grazie alla loro struttura possono formare ponti idrogeno con l’acqua riducendone l’attività. Provocano una parziale disidratazione della cellula, evitando così la formazione di cristalli di ghiaccio intracellulari durante le fasi di scongelamento; infatti, aumentano la concentrazione dei soluti extracellulari creando così un gradiente osmotico che richiama acqua all’esterno della cellula. In tal modo, la cellula si riduce di volume prima del congelamento e questo rappresenta una condizione per evitare la formazione di cristalli di ghiaccio.

In futuro, gli osmoprotettori potranno migliorare la capacità di adattamento delle piante coltivate ad alcune condizioni pedoclimatiche particolarmente sfavorevoli (es. siccità, terreni salini, temperature elevate, ecc.).



Fig. 5.8 Primi lavori sperimentali sull’impiego di osmoprotettori in viticoltura

CONCIMAZIONE LOCALIZZATA

Tra i vantaggi della localizzazione dei fertilizzanti si possono ricordare:

1. Gli elementi nutritivi risultano più facilmente e più rapidamente accessibili per le piante.
2. Il ridotto contatto fra concime e terreno riduce i fenomeni di retrogradazione e fissazione della P_2O_5 e del K_2O .
3. In presenza di temperature sub-ottimali, la localizzazione può migliorare l'assorbimento di macro (es. P-N) e microelementi (es. zinco).
4. Le modificazioni del pH del terreno in prossimità delle radici, causate da alcuni concimi, possono incrementare l'assorbimento di alcuni minerali.
5. Minore sviluppo di piante infestanti.



Fig. 5.9 Semina e localizzazione del fertilizzante

Casi pratici

• Anidride fosforica

I vantaggi della localizzazione si evidenziano soprattutto nei terreni con scarso tenore di P_2O_5 assimilabile, in terreni freddi ed umidi e con specie ortofloricole a ciclo breve, o con cereali autunno-vernini che risultano poco efficienti nei riguardi della nutrizione fosfatica. La localizzazione può essere fatta alla semina, in bande pre-semina e in superficie mediante particolari attrezzature.

• Ossido di potassio

I risultati più evidenti si rilevano nei terreni con un tenore di K_2O basso.

• Azoto

L'efficienza di utilizzazione è sempre elevata nel caso della localizzazione (vedi fertirrigazione), anche per l'effetto di sinergia sull'assorbimento di altri elementi (es. fosforo). Ciò è dovuto a fattori morfo-fisiologici (maggior sviluppo dell'apparato radicale e miglior assorbimento) e chimici (influenza sulla solubilità e sull'assorbimento del fosforo attraverso modificazioni del pH del terreno).

• Microelementi

Interessante la localizzazione per lo zinco (stimola la sintesi delle auxine e quindi la radicazione) e per il rame.

• Non lavorazione

Nei terreni non lavorati (sood seeding; minum tillage) la temperatura è in genere più bassa, ed il mancato rimescolamento può comportare una minore concentrazione di elementi fertilizzanti in profondità. Interessante, in questi casi, la localizzazione dei formulati e/o l'applicazione ad una profondità di almeno 20 cm (localizzazione a fondo) per ovviare alla stratificazione degli elementi meno mobili (soprattutto P e K) in corrispondenza degli orizzonti più superficiali.

• Modificazioni del pH

È noto che i concimi possono avere un effetto diretto sul pH del terreno, ma possono anche modificare la reazione del terreno nel momento in cui avviene la loro assimilazione da parte della pianta. Quando le radici assorbono ioni NH_4^+ o K^+ tendono a liberare contemporaneamente ioni H^+ per mantenere l'equilibrio di cariche elettriche. Concimi fisiologicamente acidi (solfato ammonico, fosfato mono e biammonico), distribuiti localizzati, determinano un'acidificazione del "microambiente" ed un maggior assorbimento di P_2O_5 grazie alle minime incidenze della retrogradazione e all'aumento del ritmo di diffusione degli ioni fosforici attraverso le membrane radicali. È da sottolineare però, che l'impiego di un fertilizzante fisiologicamente acido può facilitare l'assorbimento del fosforo e di molti microelementi solo se il pH del terreno è superiore a 6.2; in caso di terreni con pH inferiore a 5.5, l'effetto può essere negativo.

• Tipo di fertilizzante

I formulati devono avere elevato titolo (specialmente in P_2O_5 solubile in acqua), bassa salinità e bilanciato rapporto fra gli elementi nutritivi.

La localizzazione migliore del concime, specialmente per i cereali, sembra essere quella laterale a 4-5 cm al di sotto del seme. Quando la concimazione "starter"

viene effettuata in terreni relativamente asciutti e non si verificano piogge nel corso della germinazione, si possono avere fenomeni di fitotossicità per eccessiva concentrazione di sali solubili.

Urea e fosfato biammonico, soprattutto in terreni con pH superiori a 7.5, possono dar luogo ad ammoniaca libera, con problemi di tossicità per le piante. Il fosfato monoammonico ed i polifosfati sembrano dare meno inconvenienti.

Particolare attenzione deve essere prestata ai formulati contenenti boro.

6. I SEGRETI DELLA LENTA CESSIONE. CONCIMI ORGANO-MINERALI

Concimi organo-minerali

Possono essere ottenuti per reazione o per miscela; quelli prodotti per reazione assicurano un forte legame fra le componenti minerali ed organiche, esaltandone così gli effetti sinergici positivi.

La presenza di sostanza organica ben umificata permette di ottimizzare l'utilizzo da parte delle colture dei macro e microelementi, riducendo così i rischi di dilavamento e insolubilizzazione.

La componente organica del concime (cuoio idrolizzato, letami maturi, pollina, torbe umificate, ecc.) contribuisce nel suolo all'attivazione dei microrganismi attraverso l'utilizzo diretto degli amminoacidi e delle proteine.

Mentre la solubilizzazione e liberazione degli elementi nutritivi nei concimi minerali avviene velocemente sotto forma ionica, in quelli organo-minerali, essendo gli elementi maggiormente protetti dalla componente organica (adsorbimento, complessazione e chelazione), la disponibilità è più prolungata, con un miglior assorbimento da parte delle colture.

Questo aspetto è particolarmente importante per i fosfati, in quanto ne viene rallentata l'insolubilizzazione.

Vantaggi

- Presenza di azoto organico a lenta cessione.
- Maggiore assimilabilità dei fosfati.
- Presenza di carbonio organico capace di complessare e chelare i micronutrienti.
- Azione benefica del carbonio organico sulla biomassa microbica del terreno.
- Minore spesa per la distribuzione dei concimi.
- Minore impiego di unità fertilizzanti=maggiore salvaguardia ambientale.

In generale, si considera che l'efficienza degli elementi nutritivi nei concimi

chimici è del 40-60% per l'azoto, del 10-20% per il fosfato e del 30-60% per il potassio; negli organo-minerali questi valori possono salire al 50-70% per l'azoto, 25-35% per il fosforo e 55-65% per il potassio. Ne deriva che, nell'impostazione di un piano di concimazione con organo-minerali, a parità di livello produttivo, si possono ridurre le dosi di unità fertilizzanti anche del 50%.

A livello pratico, partendo dalle unità fertilizzanti minerali richieste dalle colture, si possono applicare i seguenti coefficienti di efficienza per passare da concime minerale ad organo-minerale:

- **Azoto:** 0.80
- **P₂O₅:** 0.50
- **K₂O:** 0.75

ELEMENTI PRINCIPALI DELLA FERTILITÀ	Perdite per: dilavamenti, retrogradazione insolubilizzazione, volatilizzazione		Quota assimilabile		
	Chimici	Organo-minerali	Chimici	Organo-minerali	Incrementi
Azoto (N)	30-50%	10-30%	50-70%	70-90%	30%
Fosforo (P ₂ O ₅)	80-90%	60-70%	10-20%	30-40%	100%
Potassio (K ₂ O)	30-40%	10-30%	60-70%	70-90%	20%
Magnesio (MgO)	40-60%	20-30%	40-60%	70-80%	50%

Tab 6.1 Disponibilità degli elementi nutritivi

Concimi a lenta cessione

Una razionale gestione della fertilizzazione prevede la giusta disponibilità di macro e microelementi durante le diverse fasi del ciclo produttivo e in forme facilmente assimilabili dalle piante (in particolare azoto). La disponibilità di azoto per le colture varia nel tempo e dipende dal tipo di fertilizzante, dal suo stato fisico, dalla tecnica di applicazione e dalle condizioni pedoclimatiche.

I concimi azotati possono comportare perdite a seguito di processi di lisciviazione, denitrificazione e volatilizzazione; essi vengono tradizionalmente classificati in :

- Concimi di sintesi a “pronto effetto”.
 - Concimi di sintesi a “lento effetto” (a “lento rilascio” e a “rilascio controllato”).
- Si definiscono concimi azotati di sintesi a lento rilascio (LR) quelli ottenuti per reazione chimica di un composto azotato e di un aldeide (concimi condensati a bassa solubilità); fra questi rientrano anche i concimi organici e gli organo-minerali.

Sono detti concimi a rilascio controllato (RC) quelli dove l'azoto è ricoperto con prodotti a bassa solubilità (pellicole di zolfo, oli, cere, ecc.).

Nei concimi condensati a bassa solubilità la cessione graduale dell'azoto è dovuta alla scarsa solubilità del composto di partenza; fra questi abbiamo: l'urea formaldeide (o metilenurea), la crotonilidendiurea, l'isobutilidendiurea, ecc.

Nei concimi ricoperti, la cessione graduale dell'azoto è legata ad una barriera posta tra il concime e l'ambiente esterno.

La pellicola può essere realizzata con zolfo o con materiali a bassa solubilità (es. urea formaldeide), oppure con polimeri vari (es. resine alchiliche, poliuretaniche, ecc.).

Un terzo gruppo di prodotti è quello contenente inibitori dell'attività ureasica ed inibitori della nitrificazione.

Gli inibitori dell'attività ureasica ritardano l'idrolisi dell'urea, favorendo così la sua penetrazione nel terreno; si riducono così le perdite per volatilizzazione dell'ammoniaca causate dalla mancata copertura del concime.

Gli inibitori della nitrificazione rallentano la trasformazione dello ione NH_4^+ in NO_3^- e, quindi, le perdite per lisciviazione.

Anche nei riguardi dei concimi fosfatici si possono introdurre i concetti di:

- Fosforo a lenta cessione.
- Fosforo a rilascio controllato.
- Formulati attivati con microrganismi.

Il *fosforo a lento rilascio* è quello contenuto nelle forme organiche ed organo-minerali. Queste assicurano un graduale rilascio dell'elemento grazie ai processi di mineralizzazione e rottura dei legami creati tra le due matrici. Il *fosforo a rilascio controllato* è costituito da formulati ricoperti con polimeri in grado di contenere gli elementi nutritivi al suo interno, per rilasciarli poi gradualmente. I fertilizzanti fosfatici attivati con microrganismi (funghi e batteri) sfruttano la capacità di alcuni batteri (es. *Pseudomonas putida*) di solubilizzare parte del fosforo insolubile contenuto nel suolo, e di alcuni funghi micorrizici di aumentare la capacità di assorbimento delle radici.

I vantaggi dei concimi a "lento rilascio" e a "rilascio controllato" sono molteplici:

1. Permettono una riduzione della tossicità che può essere generata da un'eccessiva concentrazione di ioni, ad esempio di azoto ammoniacale.
2. Consentono un aumento delle dosi di fertilizzante distribuite per singolo intervento, così da ridurre il numero di passaggi (risparmio di mano d'opera e di energia).

3. Sono adatti allo sviluppo di modelli di gestione avanzata (es. no-tillage) e di concimazioni localizzate.
4. Permettono di sincronizzare meglio il rilascio degli elementi assimilabili con le esigenze nutritive delle piante.
5. Riducono al massimo i rischi di dispersione dell'azoto per lisciviazione o per volatilizzazione dell'ammoniaca.

(Da: C. Ciavatta: Accademia Nazionale Agricoltura-Bologna)

L'utilizzo ottimale dei concimi a "lenta cessione" è nella concimazione azotata di post-emergenza dei cereali a paglia, in pre-semina per mais e barbabietola e nelle concimazioni a fine inverno per frutteti e vigneti.

L'applicazione di questi prodotti dovrà essere gestita dall'agricoltore e dal tecnico con elevata professionalità, considerando che il rilascio degli elementi nutritivi al suolo e, quindi alle colture, è in dipendenza di diversi fattori: *clima* (temperatura, umidità, piovosità, ecc.), *suolo* (caratteristiche fisico-chimico-biologiche), *coltura* (ciclo biologico, culturale, ecc.), *tecnica agronomica* (lavorazioni, irrigazioni, ecc.), *tecnica di fertilizzazione* (frazionata, unica dose, integrata, ecc.).

Sarà importante individuare bene le curve di cessione degli elementi fertilizzanti (sincronismo con le piante) ed evitare usi impropri, come ad esempio la distribuzione di un concime a rilascio troppo lungo in una coltura a ciclo breve (rischio di carenze nutrizionali) e viceversa.

Criteri di scelta di un concime minerale

- Deve essere un concime complesso e non una miscela.
- Deve contenere più forme azotate.
- Deve contenere fosforo totalmente solubile in acqua e citrato ammonico neutro (dichiarato in etichetta e quindi esente da fosforiti).
- Deve presentare un buon contenuto di zolfo.
- Deve contenere potassio possibilmente derivato da solfato.

Criteri di scelta di un concime organo-minerale

- Deve derivare da una matrice organica di pregio ed altamente umificata. Il dato è riscontrabile in etichetta (tasso di umificazione superiore al 35%; carbonio unico espresso in acidi umici e fulvici superiore al 2.5%).

- Deve essere ottenuto per reazione e non per miscela.
- Deve avere una formulazione granulare (bassa umidità).
- Deve contenere più forme di azoto.
- Deve contenere fosforo totalmente solubile, un buon contenuto di zolfo e potassio (possibilmente da solfato).

(Da: Frutticoltura sostenibile in Piemonte. Ed. 2012)

7. CONCIMAZIONE E TECNICA AGRONOMICA

L'assorbimento degli elementi minerali dipende dalla struttura e dall'efficienza dell'apparato radicale e, in particolare, dal volume totale e dalla densità del sistema radicale, dalla periodicità di crescita e di attività delle radici ed infine dalla distribuzione delle radici nel profilo del terreno. Queste caratteristiche variano in rapporto alla specie, alla cultivar e al portinnesto e sono fortemente modificate dall'ambiente pedo-climatico e dalle pratiche colturali (C. Giulivo).

Lo sviluppo dell'apparato radicale, che è correlato con quello della chioma, può essere limitato da caratteristiche chimiche (pH, eccessi di elementi minerali) e fisiche del terreno (compattezza, aerazione, temperatura, dotazione idrica). In generale, una buona dotazione di sostanza organica agisce positivamente su questi fattori, riducendo la resistenza del terreno ed aumentando la sua capacità di ritenzione dell'acqua (Wiersum, 1980).

Le radici non si sviluppano dove l'aerazione è scarsa, in quanto viene ridotta la respirazione e vengono accumulate varie sostanze tossiche; pericolose risultano anche le saturazioni del terreno provocate durante l'estate da piogge intense e da certe modalità di irrigazione. Crescita ed assorbimento radicale sono regolati entrambi dalla temperatura (limite minimo di 2°C; limite massimo 27°C).

In certi ambienti con forte insolazione lo strato superficiale del terreno può divenire troppo caldo per la crescita e l'attività radicale; pratiche agronomiche, come la pacciamatura e l'inerbimento, possono attenuare il problema.

In generale si può concludere che, in buone condizioni colturali, il sistema radicale degli alberi da frutto sembra avere un surplus di capacità di assorbimento; riduzioni di assorbimento possono manifestarsi solo quando gli alberi sono stressati, oppure in presenza di elevati livelli produttivi.

Una buona conformazione e distribuzione dell'apparato radicale è il presupposto fondamentale per raggiungere elevati obiettivi quali-quantitativi e a ridotto impatto ambientale.

8. L'ACCUMULO DI NITRATI NEGLI ORTAGGI

Lo ione nitrato si accumula maggiormente negli ortaggi a foglia e in quelli la cui parte edule è costituita da steli, piccioli, tuberi (organi adibiti al trasporto dei nitrati); non hanno problemi di accumulo gli ortaggi a frutto, quali pomodoro, melone, zucchino, ecc.

L'accumulo di nitrati si verifica quando, quello in eccesso assorbito dalle radici, non viene utilizzato nell'immediato dalla pianta e va ad accumularsi nei vacuoli.



Fig. 8.1 Lo spinacio tende ad accumulare nitrati

Un'eccessiva ingestione di nitrati e nitriti può avere effetti dannosi sulla salute umana: disturbi gastrointestinali, riduzione della capacità del sangue di trasportare ossigeno (metaemoglobinemia), cancerogenicità per formazione di nitrosammine, disattivazione e degradazione della vitamina A e delle vitamine del gruppo B, ecc.

Tab. 8.1 Classificazione degli ortaggi in base al contenuto di nitrati

NITRATI (mg/kg peso fresco)	ORTAGGI
Molto basso (<200)	Aglione, anguria, asparago, carciofo, cipolla, fava, melanzana, pomodoro, patata, pisello, peperone, melone.
Basso (200-500)	Carota, cavolfiore, cavolo broccolo, cetriolo, cicoria catalogna, zucca, zucchina.
Medio (500-1.000)	Cavoli da foglia, cima di rapa, finocchio, radicchio.
Alto (1.000-2.500)	Cavolo rapa, cicoria da foglie, indivia, prezzemolo, scarola, sedano rapa.
Molto alto (>2.500)	Bietola da coste, bietola da orto, crescione, lattuga, ravanella, rucola, sedano, spinacio, valerianella.

Fattori che influenzano il contenuto di nitrati negli ortaggi

Radiazione solare: l'accumulo di nitrati è maggiore in condizioni di bassa radiazione solare (ambienti protetti, mesi invernali). Dato che l'attività della nitrato riduttasi (NR), che converte il nitrato a nitrito (questo verrà poi trasformato ad ammonio dalla nitrito riduttasi), è variabile nelle 24 ore, si osserva che il contenuto di nitrati è maggiore nelle prime ore del mattino. La raccolta perciò dovrebbe essere effettuata nelle ore pomeridiane e possibilmente con luminosità e temperature elevate. Anche il fotoperiodo breve incrementa l'accumulo di nitrati.

Temperatura: in autunno e primavera si hanno, in genere, radiazione bassa e temperature alte; questo può provocare un accumulo di nitrati negli ortaggi grazie al maggior assorbimento radicale. In estate, invece, anche se le temperature sono elevate, il contenuto di nitrati è più basso grazie all'elevata luminosità.

Concimazione azotata: influiscono il genotipo (es. la rucola accumula nitrati anche a basse concentrazioni di azoto), la dose, la forma chimica, l'epoca di applicazione. L'uso di concimi contenenti ammonio o, una miscela di NH_4^+ e NO_3^- , può ridurre il contenuto di nitrati nelle piante. Il frazionamento, soprattutto se riflette i ritmi di assorbimento ed accrescimento della coltura, può ridurre l'accumulo di nitrati.

Cloro e molibdeno: fertilizzazioni con cloro (es. cloruro di potassio) possono ridurre fino al 50% il contenuto di nitrati nelle piante. Una carenza di molibdeno (elemento fondamentale per la sintesi della nitratoriduttasi) può provocare un aumento del livello di nitrati.

Irrigazione: la buona disponibilità idrica del terreno favorisce l'assorbimento di nitrati; la carenza idrica può provocare l'accumulo di nitrati attraverso la riduzione dell'attività della nitratoriduttasi. L'elevata umidità relativa può ridurre la traspirazione e rallentare l'assorbimento di nitrati.

Post-raccolta: le foglie giovani interne accumulano meno nitrati rispetto a quelle esterne. L'eliminazione/riduzione dei piccioli e delle nervature centrali delle foglie consente una drastica riduzione del contenuto di nitrati. In una esperienza sono stati valutati i contenuti di nitrati nella rucola raccogliendo in momenti diversi. I risultati hanno dimostrato che il prodotto raccolto la sera, rispetto a quello raccolto la mattina, aveva un valore di nitrati inferiori di circa 1.000 ppm (su un valore limite di 5.000 ppm). Nel prodotto raccolto con gambo corto (picciolo con lunghezza pari a 1/3 della lunghezza della foglia) vi erano 1.000 ppm in meno di nitrati.

Adottando semplicemente queste precauzioni, il quantitativo finale si era ridotto di 2.000 ppm.

La cottura degli ortaggi in abbondante acqua può eliminare anche il 50% dei nitrati.

9. CONCIMAZIONE FOGLIARE. PRINCIPI BASILARI

Nella concimazione fogliare, in genere, si ottengono risposte positive solo quando il nutriente apportato costituisce un fattore limitante per la produzione; in altri casi si possono avere squilibri nutrizionali ed inutili immissioni di prodotti chimici nell'ambiente.

Rispetto alla tradizionali tecniche di concimazione al terreno, con la fertilizzazione fogliare non è possibile apportare l'intera dose di elementi nutritivi richiesti dalla coltura, sia per motivi economici che per elevati rischi di fitotossicità.

Tale tecnica può rivelarsi utile invece per distribuire elementi assorbiti in minime quantità (es. ferro, magnesio, zinco, ecc.) o in particolari casi di condizioni climatiche, agronomiche e fisiologiche in grado di rallentare l'assorbimento di nutrienti da parte delle radici (basse temperature ed elevata umidità del suolo).



Fig. 9.1

Dal punto di vista applicativo, la concimazione fogliare può essere utilmente impiegata per incrementare le riserve di nutrienti (specialmente azoto) poco prima della caduta delle foglie, per prevenire e/o curare carenze di calcio nelle pomacee (buterratura amara, plara), per risolvere lievi carenze di micronutrienti (es. clorosi ferriche non gravi, carenze di magnesio, ecc.), ecc.

Interessanti sono le applicazioni fogliari di molecole organiche di piccole dimensioni (amminoacidi e peptidi, acidi umici, alghe, idrolizzati proteici, ecc.) per risolvere temporanei stress abiotici e per la loro azione biostimolante.

Tra i fattori che influenzano l'assorbimento fogliare sono da ricordare: l'età della foglia (foglie giovani assorbono di più), le condizioni ambientali, l'aggiunta di surfattanti, (l'elevata umidità favorisce la penetrazione dei nutrienti, mentre la radiazione luminosa svolge in genere un effetto positivo favorendo l'apertura degli stomi, l'attività fotosintetica e la permeabilità) ecc.

In ambienti aridi è bene prevedere l'utilizzo di un umettante igroscopico allo scopo di migliorare l'efficacia del trattamento.

10. FERTILIZZAZIONE E AMBIENTE

Tecniche per favorire l'accumulo di carbonio nei suoli agricoli.

Negli ultimi anni, le continue lavorazioni dei suoli, l'impiego esclusivo dei concimi minerali, la tecnica irrigua poco razionale e l'allontanamento dai frutteti dei residui di potatura, hanno impoverito il suolo di carbonio ed incrementato il quantitativo di CO₂ nell'atmosfera. Si stima che negli ultimi 60 anni l'agricoltura abbia contribuito per il 20-25% all'aumento della CO₂ atmosferica, determinando così riduzioni della sostanza organica di molti terreni a valori inferiori all'1% (valore limite sotto il quale i suoli sono definiti desertici dal punto di vista microbiologico).

Nel Meridione d'Italia, il livello di sostanza organica a 30 cm di profondità, varia tra lo 0.8 e l'1.3%, con gravi conseguenze a livello produttivo e ambientale.

Oltre il sequestro di CO₂ dall'atmosfera, possibile con il processo naturale della fotosintesi, è necessario mettere in atto tutte quelle tecniche per favorire l'accumulo di carbonio nei suoli agricoli:

- Progettazione e corretta manutenzione del frutteto.
- Architettura della chioma e sua corretta gestione (bioarchitettura frutticola).
- Non lavorazione e lavorazione minima.
- Inerbimento e pacciamatura.
- Recupero materiali di potatura.
- Riduzione dell'apporto di fertilizzanti chimici ed utilizzo di letame e materiale organico compostato.

Una gestione sostenibile dell'agroecosistema frutticolo (non-lavorazione o

lavorazione minima, inerbimento, utilizzo di residui vegetali e di ammendanti compostati, ecc.) può innalzare il carbonio nei primi 30 cm di terreno dall'1 al 2% in circa 8 anni, investendo annualmente nel suolo circa 20 t/ha di CO₂ atmosferica.

Un aumento annuo dello 0.12% del carbonio nei primi 30 cm dei suoli frutticoli, olivicoli e viticoli italiani (circa 2.5 milioni di ettari) porterebbe ad immagazzinare circa 50 milioni di tonnellate di CO₂ all'anno, pari al 9% delle missioni totali annue di CO₂ in Italia (Fonte: C. Xiloyannis).



Fig. 10.1 Frutteto inerbito (Foto: Prof. C. Xiloyannis)

11. FERTILIZZANTI-AMBIENTE-QUALITÀ

Da una ventina di anni si manifestano grosse preoccupazioni nella società per l'inquinamento ambientale.

Tra i fertilizzanti, quelli contenenti azoto e fosforo presentano i maggiori rischi per il suolo, l'acqua e l'aria.

Fosforo

È fortemente trattenuto dalle particelle di suolo e difficilmente crea problemi di inquinamento delle acque. Ruscellamento ed erosione possono però trasportare i residui di concimi depositi sulla superficie del suolo e veicolare le particelle di terreno sulle quali sono assorbiti gli ioni fosfato, creando così problemi di eutrofizzazione (proliferazione algale). Anche l'azoto può avere un ruolo in questo processo.

Azoto

Il rischio di inquinamento per l'azoto contempla l'aria e l'acqua. Per l'aria sono interessati la denitrificazione e la volatilizzazione, rispettivamente sui nitrati e sull'ammonio contenuto nel suolo. In certe condizioni di asfissia, il nitrato è ridotto dapprima ad azoto gassoso e, successivamente, a protossidi ed ossidi (il primo ha effetto serra; i secondi sono chimicamente attivi). Nella volatilizzazione, una parte dell'azoto si perde nell'atmosfera sottoforma di ammoniaca (pH elevato, umidità insufficiente e temperature elevate).

I nitrati contenuti nel terreno non sono trattenuti come l'ammonio ed il fosforo e possono facilmente lisciviare verso le acque sotterranee, oppure possono ruscellare in caso di forti precipitazioni, favorendo anch'essi, come il fosforo, i fenomeni di eutrofizzazione.

Per limitare la lisciviazione dei nitrati nelle acque bisognerà apportare azoto in giuste quantità, sotto forme facilmente disponibili e nei momenti in cui la pianta ne ha realmente bisogno ed è in grado di utilizzarlo.

È necessario inoltre curare le sistemazioni del terreno, evitare ristagni idrici e creare intorno agli appezzamenti zone inerbite di protezione (buffer-zone).

ZEOLITI

Le zeoliti sono allumino-silicati idrati di elementi alcalini e/o alcalino-terrosi (Na-K-Ca); strutturalmente appartengono ai tetrosilicati. Le specie zeolitiche più comuni nelle "zeoliti" (rocce piroclastiche diagenizzate a prevalente contenuto in zeolite) sono: **clinoptilolite**, **chabasite**, **phillipsite**. In virtù delle loro caratteristiche cristallografiche, le zeoliti possiedono le seguenti caratteristiche:

- Capacità di scambio cationico elevata e selettiva per cationi a basso peso ionico (NH_4 -K,Pb,Ba, ecc).
- Disidratazione reversibile.
- Adsorbimento molecolare selettivo.
- Comportamento catalitico.

In agricoltura, l'utilizzo delle zeoliti, sia a allo stato naturale che arricchite di ammonio, può comportare: incremento della ritenzione idrica, della capacità di scambio cationico e del grado di aerazione dei terreni, solubilizzazione dei fosfati tricalcici, neutralizzazione degli eccessi di acidità e riduzione dell'assimilazione da parte delle colture di elementi nocivi (Pb-Cd), riduzione dell'intensità dell'escursione termica, importante riduzione della salinità dell'acqua ad uso irriguo. Recentemente, le zeoliti trovano applicazione anche nella difesa fitosanitaria (es. zeoliti "caricate" con rame).

12. IL CALCIO E LA QUALITÀ DEI FRUTTI

La quantità di calcio accumulata dai fruttiferi è elevata, paragonabile alle necessità di azoto.

Esso si accumula essenzialmente negli organi perenni ed il tenore nei frutti è molto basso rispetto a quello nelle foglie (10-20 volte meno). L'actinidia è il frutto più ricco di calcio; pesco e pomacee ne contengono meno.

Il tenore in calcio è importante per la conservazione dei frutti, ed in effetti, il 60% di quello assorbito si fissa sulle pareti cellulari. Altre funzioni sono: regolazione osmotica, coenzima, messaggero, agente antitossico, ecc. Un basso tenore in calcio nei frutti, rispetto al potassio e al magnesio, può favorire alcune fisiopatie, quali buterratura amara ("bitter-pit"), vitrescenza, ecc.

L'assorbimento di calcio è realizzato soprattutto dalle radici giovani e in forte crescita; risultano antagonisti il potassio, l'ammonio e il magnesio in soluzione. Una volta all'interno della pianta si muove, tramite il flusso della linfa grezza, verso le foglie e le gemme in crescita; a differenza di altri elementi, il calcio immobilizzato nelle foglie non viene ri-trasferito nei frutti.

Nel corso della stagione, il consumo di calcio è legato al consumo di acqua (traspirazione), alla crescita delle radici e alla competizione con altri elementi (potassio, magnesio, ammonio).

I frutti traspirano poco (15-20 volte in meno rispetto alle foglie) e sono in numero inferiore rispetto alle foglie; ciò comporta uno scarso rifornimento in calcio.

Nel kiwi, il calcio raggiunge i frutti durante le prime 7-8 settimane di crescita, al termine del quale il contenuto rappresenta circa il 90% di quello che si osserva in raccolta.

È evidente che qualsiasi intervento con calcio deve essere effettuato nelle prime settimane, quando l'epidermide dei frutti è ancora permeabile ed i vasi sono conduttori molto attivi; successivamente si crea uno strato suberificato e compatto di cellule sui frutti che riduce l'assorbimento.

Il calcio realmente utilizzato dalla pianta è quello proiettato sui frutti e non quello depositato sulle foglie; gli interventi fogliari (5-8) devono essere ripartiti ad iniziare dalla caduta dei petali fino alla raccolta (approssimativamente ogni 15-20 giorni).

Cosa fare per migliorare l'assorbimento del calcio

Costituire delle buone riserve in azoto e glucidi nel sistema radicale in autunno per avere una forte moltiplicazione cellulare in primavera. Assicurare una regolare alimentazione idrica. Assicurare una buona dotazione di boro nel terreno, in quanto questo microelemento favorisce l'assorbimento di calcio. Equilibrare la crescita vegetativa durante le prime 6-10 settimane di sviluppo del frutto.

Cosa non fare

Non apportare grossi quantitativi di azoto ammoniacale, potassio e magnesio ad inizio stagione (in febbraio-marzo-aprile). Evitare asfissie radicali. Evitare severi tagli di potatura che favorirebbero uno sviluppo di gemme importanti e, quindi, un rapporto foglie/frutti elevato. Non abbandonare gli alberi dopo la raccolta (regolari lavorazioni, irrigazioni, potatura verde) in quanto, la caduta anticipata delle foglie, provocherebbe scarso accumulo di sostanze azotate, di zuccheri e di calcio negli organi perenni.



Fig. 12.1 Buterratura su mela

13. LA STANCHEZZA DEI TERRENI

La stanchezza dei terreni è un fenomeno complesso che impedisce di coltivare una data coltura in successione sullo stesso appezzamento.

È un sintomo di degrado della fertilità microbiologica e della biodiversità del terreno, le cui cause sono diverse ed in parte ancora poco conosciute:

- ▣ **Presenza di metaboliti tossici nel suolo derivanti dai residui vegetali e dalla loro degradazione microbiologica.**
- ▣ **Riduzione del processo di umificazione e perdita di humus.**
- ▣ **Accumulo di fitopatogeni**

In generale, questo degrado della fertilità predispone la pianta a microcarenze, turbe dell'assorbimento, riduzione della soppressività naturale del terreno verso i patogeni.

In caso di fenomeni di stanchezza del terreno è necessario ristabilire un elevato grado di biodiversità e favorire lo sviluppo di una popolazione microbica molto ricca e variegata nelle specie.

Ciò è possibile mediante l'apporto di residui organici di origine poligenica, ben compostati e ricchi di humus; in alternativa si può utilizzare letame maturo di buona qualità.

Un buon compost deve essere distribuito sul filare dei fruttiferi (larghezza di 1 m) appena prima della messa a dimora delle piante (ben miscelato con il terreno) e in quantità di 12-15 t/ha, .

Tab. 13.1 Caratteristiche di un buon compost (valori indicativi)

Parametri	Valori e giudizio
Umidità	ALTA (es. 45-50% o più)
pH	MEDIO ALTO 7.5-8
Carbonio organico	ALTO 40% p/p s.s.
Azoto totale	BASSO 2% p/p s.s.
C/N	ALTO 18-20 o più
Salinità	BASSA 20-25 meq/100 g
Sostanza organica	ALTA 80-85 p/p s.s.
Fosforo totale	BASSO 1.5 % p/p s.s.
Potassio totale	BASSO 1.7% p/p s.s.

14. MODERNA NUTRIZIONE DELLE PIANTE DA FRUTTO

Gli obiettivi fondamentali di una moderna nutrizione delle piante da frutto sono:

- Costante e regolare produzione.
- Migliore qualità dei frutti (colore, sapore, conservabilità, presenza nutraceutici, suscettibilità a patogeni e insetti, ecc.).
- Mantenimento della fertilità del suolo.
- Salvaguardia dell'ambiente.

Per fare questo non basta apportare semplici elementi minerali al terreno, ma bisogna farlo con i quantitativi giusti e nei momenti in cui la pianta li assorbe maggiormente.



Fig. 14.1

Azoto

Viene assorbito dalla pianta sia come ione NO_3^- che ione NH_4^+ . Il nitrato deve essere dapprima ridotto ad ammonio, per essere poi trasformato in amminoacidi (per la trasformazione vengono utilizzati i carboidrati trasportati dalle radici alle foglie). Se gli ioni NH_4^+ si accumulano (es. quando non vi sono carboidrati disponibili), la pianta interrompe la riduzione del nitrato; ne deriva così che il nitrato viene assorbito solo nei periodi in cui può essere effettivamente utilizzato dalla pianta (fioritura-caduta foglie).

Nel terreno l' NH_4^+ viene trasformato in nitrato in circa 3-5 settimane (a seconda della temperatura e dell'attività dei microrganismi); ciò gioca un ruolo importante

perché il calcio non viene assorbito se l' NH_4^+ è presente sulla superficie delle radici.

Il momento critico per l'assorbimento del calcio è quello compreso fra quattro e sei settimane dopo la fioritura; in tale periodo l' NH_4^+ non deve essere presente sulle radici.

Applicando al terreno nitrato ammonico prima della fioritura, l'ammonio vi rimane per 3-5 settimane, limitando così l'assorbimento del calcio.

Da ciò deriva che l'ammonio deve essere applicato 3-4 settimane prima della fioritura, in modo che la nitrificazione avvenga prima del periodo critico per l'assorbimento del calcio.

Come alternativa si può applicare metà dose 2-3 settimane prima della fioritura e l'altra metà 4-5 settimane dopo, quando l'assorbimento del calcio sarà esaurito.

Se c'è necessità di fornire azoto prima o dopo la fioritura, è bene farlo sotto forma di nitrato.

Come distribuire l'azoto

- ▣ Applicare la dose totale in interventi frazionati.
- ▣ L'applicazione di elevate dosi stimola l'eccessivo sviluppo vegetativo, causando diverse problematiche: ombreggiamento e scarsa differenziazione a fiore delle gemme, frutti poco colorati e poco serbevoli, frutti di dimensioni troppo grandi (con conseguenti disordini metabolici), rapporto N/Ca elevato e riduzione della conservabilità.
- ▣ Applicazioni di azoto in post-raccolta (anche fogliare) consentono la ricostituzione delle riserve negli organi perenni e la formazione di un apparato radicale ben sviluppato, che sosterrà la pianta nelle successive fruttificazioni (una buona disponibilità di azoto in autunno consente il prolungamento dell'attività vegetativa, con una maggiore fotosintesi e disponibilità di elaborati per la crescita radicale che avviene maggiormente in post-raccolta).
- ▣ Un alto livello di azoto aumenta il contenuto ormonale nella pianta, ottenendo così lo stesso effetto della cimatura che, rimuovendo la dominanza apicale, aumenta il numero di nuovi germogli che producono ormoni. Potatura e concimazione azotata hanno un effetto additivo, per cui è meglio rimandare gli interventi di potatura verde in estate, quando la crescita è limitata.

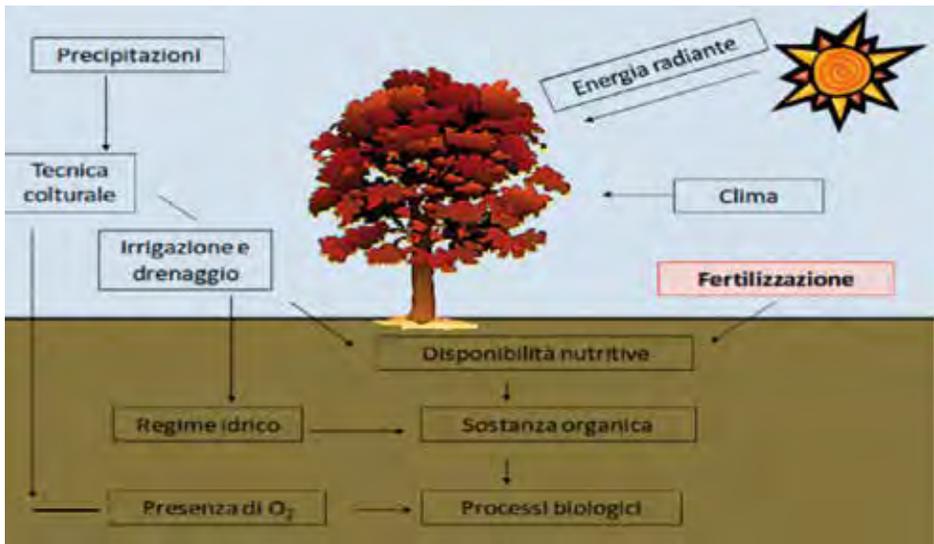


Fig. 14.2 Relazioni nell'agroecosistema

In definitiva

- Preferire, quando possibile, la fertirrigazione.
- Nei frutteti ad elevata densità, lo sviluppo degli apparati radicali è in genere localizzato nella striscia di terreno adiacente la fila, per cui non ha molto senso distribuire concimi nell'interfila.
- Non effettuare concimazioni a fine inverno.
- Iniziare le concimazioni in primavera e procedere per tutto il ciclo vegetativo con dosi equilibrate.
- Effettuare concimazioni in pre- o post- raccolta per incrementare le riserve.
- Evitare apporti di azoto in autunno inoltrato.

Fosforo e potassio

- La concimazione fosfo-potassica in frutticoltura mira a mantenere il livello assimilabile dei due nutrienti sopra la soglia di sufficienza.
- L'epoca di somministrazione non è molto importante, anche se è spesso raccomandata la loro somministrazione in autunno per favorirne lo spostamento lungo il profilo del suolo, o a fine inverno facendo possibilmente seguire l'interramento degli stessi.
- In caso di inerbimento dell'interfilare è consigliata la distribuzione localizzata dei concimi lungo la fascia diserbata o lavorata sotto la fila.

- La somministrazione dei concimi fosfo-potassici può essere effettuata anche a cadenza pluriennale, avendo cura di cumulare le dosi annuali.
- Nei suoli sabbiosi è bene somministrare il potassio da solo a fine inverno.

Magnesio

Negli alberi da frutto le necessità di magnesio sono inferiori a quelle del calcio. L'assorbimento è rallentato dalla presenza di ammonio, potassio e idrogeno (terreni acidi) nella zona radicale.

La carenze di magnesio si sviluppano più facilmente su alberi con elevate fruttificazioni e nelle annate di "carica".

Il magnesio è uno ione mobile, per cui la carenza è visibile sulle foglie più vecchie.

Boro

Le concimazioni autunnali sono di solito più efficaci di quelle primaverili nell'aumentare l'allegagione. È necessario prestare molta attenzione all'utilizzo di questo elemento, poichè le soglie di tossicità e di carenza sono molto vicine fra loro. Un eccesso di boro può accelerare la maturazione e lo sviluppo del colore rosso delle mele, e determinare un aumento dell'incidenza del disfacimento interno durante la conservazione.

Silicio

Si deposita a livello delle pareti cellulari e ne conferisce una maggiore consistenza ed elasticità; può stimolare i meccanismi di difesa delle piante. Il silicio irrorato sulla chioma sembra ridurre lo spacco nel ciliegio e l'incidenza di monilie ed oidio (es. fragola).

Calcio

Il calcio è assorbito maggiormente nella zona adiacente la cuffia radicale (zona di massima crescita); ciò richiede radici giovani, in forte accrescimento e in buone condizioni sanitarie.

La regolare attività fotosintetica è fondamentale per un corretto trasporto dei carboidrati (materiale energetico) all'apparato radicale, sia in autunno (accumulo) che in primavera (intensa crescita delle radici).

Il movimento del calcio nei vasi xilematici segue la corrente traspiratoria. Il magnesio può favorire il trasporto del calcio quando la concentrazione di quest'ultimo risulta bassa; viceversa, quando la quantità di magnesio presente nel terreno è alta in rapporto al calcio, si può incorrere in carenze di calcio.

Anche la disponibilità di boro può influenzare l'assorbimento ed il trasporto del calcio nella pianta. Infatti, il movimento acropeto del calcio è regolato da quello basipeto dell'auxina; una carenza di boro è causa dell'incremento di attività dell'enzima IAA-ossidasi che demolisce l'auxina e, di conseguenza, riduce il trasporto di calcio nella pianta.

Il calcio si accumula nei frutti durante le prime 4-6 settimane dopo la fioritura. Più i frutti crescono velocemente (eccesso di vigoria), maggiore sarà la diluizione e, quindi, l'effetto negativo sull'assorbimento dell'elemento.

In definitiva, il metabolismo del calcio nella pianta può essere migliorato notevolmente dosando l'azoto, il boro e il magnesio, limitando l'eccessiva vigoria della pianta, gestendo correttamente l'irrigazione e le altre pratiche colturali (potatura, diradamento, ecc.)

I trattamenti con formulati a base di calcio devono raggiungere direttamente i frutti, in quanto l'elemento proiettato sulle foglie non viene trasferito in questi.



Fig. 14.3

15. CICLO INTERNO DELL'AZOTO IN PIANTE DECIDUE

Le piante arboree da frutto utilizzano diverse fonti di azoto provenienti da:

- Processi di mineralizzazione della sostanza organica.
- Azoto fissato nelle argille.
- Deposizioni atmosferiche (in Europa 11-120 kg/ha/anno).
- Acque di irrigazione.
- Fertilizzanti.

Un contributo rilevante può derivare dall'azoto immagazzinato all'interno delle strutture permanenti delle piante stesse.

Il ciclo interno dell'azoto negli alberi decidui comprende due fasi di accumulo e due fasi di rimobilizzazione. Le fasi di accumulo si verificano durante il riposo invernale e in estate, mentre le rimobilizzazioni interessano la primavera e l'autunno. I principali siti di accumulo invernale dell'azoto sono i tessuti parenchimatici dei diversi organi legnosi: rami, branche, tronco e radici.

Il ciclo interno è importante per le piante da frutto e fornisce circa il 45% dell'azoto impiegato ogni anno per la crescita di alberi di pero di 5 anni, il 50% in mandorli adulti e l'84% degli agrumi in produzione.



(Fonte: Prof. Damiano Remorini-Università di Pisa)

Diversi studi hanno messo in evidenza specifiche proteine di riserva, presenti in inverno, ma assenti dopo la ripresa vegetativa. La sintesi di tali proteine è promossa dal fotoperiodo breve e da un'abbondante presenza di sostanze azotate e di carboidrati, mentre la loro degradazione viene innescata, dopo un tempo di esposizione a basse temperature, dal fotoperiodo lungo. In pesco, melo e susino l'azoto viene accumulato principalmente come amminoacidi liberi (arginina ed asparagina).

L'azoto accumulato nel periodo invernale proviene da:

- Rimobilizzazione dalle foglie durante la loro senescenza. La percentuale di azoto precedentemente accumulato nelle foglie, e che viene ritraslocata durante la senescenza, varia dal 20% all'80% nelle diverse specie e nelle diverse condizioni. In generale, l'azoto che arriva alla foglia nel periodo estivo-autunnale ha maggiori probabilità di essere ritraslocato fuori da essa prima della sua abscissione.
- Ritraslocazione dalle radici senescenti.
- Assorbimento radicale durante l'ultima fase del ciclo vegetativo (senescenza fogliare già iniziata).

Una seconda fase del ciclo si realizza in primavera e prevede la traslocazione dell'azoto dalle riserve verso i nuovi centri di crescita vegetativa e riproduttiva dell'albero.

Questa seconda fase è particolarmente importante perché permette di sostenere intensi processi metabolici dell'albero (germogliamento, fioritura, allegagione, ecc.) in un momento in cui le radici non sono ancora in grado di assorbire sufficienti quantità di azoto dal terreno.

Un significativo assorbimento di azoto dal suolo inizia solo in coincidenza della fase di rapida crescita dei germogli.

Il significato ecofisiologico del ciclo interno dell'azoto è quello di rendere indipendente il processo di crescita da quello di assorbimento.

Per ottenere produzioni di elevato livello quali-quantitativo è necessario assicurare un ottimale livello di azoto durante la fioritura (un aumento del livello azotato nelle gemme miste determina un prolungamento della longevità dell'ovulo ed aumenti di allegagione di frutticini) e nelle prime fasi di sviluppo del frutto; nel periodo di rapida crescita dei germogli e nella fase di distensione cellulare dei frutti tale livello deve mantenersi limitato.

È stato ormai accertato sperimentalmente che elevati livelli azotati nelle fasi di fioritura ed allegagione dipendono dalle quantità di azoto rimobilizzate dalle riserve invernali, mentre appare difficile raggiungere gli stessi quantitativi con concimazioni azotate al terreno alla fine dell'inverno o all'inizio della primavera. Al contrario, elevate concimazioni a fine inverno-inizio primavera, possono stimolare eccessivamente la rapida crescita dei germogli ed innalzare la concentrazione dell'elemento nei frutti con scadimento qualitativo (minore colorazione, minore resistenza a patogeni, minore conservazione).

In pratica

Nei terreni poco fertili e nei terreni sciolti può essere utile la distribuzione di una quota di azoto in primavera, meglio se frazionata e calcolata sulla base della disponibilità di azoto nel suolo.

Nei terreni fertili, dove il rinnovo vegetativo è soddisfacente e dove la colorazione delle foglie è verde intensa, la fertilizzazione azotata primaverile può essere posticipata e regolata in base alla quantità di frutti allegati.

Particolare attenzione deve essere riservata al ruolo delle riserve azotate nell'albero. Nei terreni fertili di pianura, dove la mineralizzazione della sostanza organica è regolare (buona dotazione di azoto minerale nel terreno nel periodo estivo-autunnale), gli alberi riescono ad accumulare sufficienti riserve di azoto negli organi perenni; nei suoli meno fertili, in quelli poco concimati, in annate di elevata produzione o in quelle particolarmente piovose, la concimazione azotata in tarda estate (pre o post-raccolta; 20-30kg/ha di N) risulta un utile mezzo per aumentare il livello di riserve.

Considerando che eccessi di azoto provocano:

- prolungamento dell'attività vegetativa,
- mancata lignificazione,
- suscettibilità agli abbassamenti termici,
- impatto ambientale, (lisciviazione, denitrificazione e volatilizzazione) è bene valutare la disponibilità di nitrati nel terreno nel periodo precedente l'epoca di distribuzione dei concimi (metà settembre) ed evitare applicazioni troppo tardive e con dosi elevate (concentrazioni di azoto nitrico superiori a 10 ppm nello strato di terreno fra 5-60 cm, sono sufficienti per le necessità azotate del frutteto).

Studi effettuati su pero e su pesco hanno dimostrato che l'azoto distribuito al terreno troppo tardi (ottobre) viene trattenuto principalmente nelle radici anziché essere trasferito nella chioma, dove può essere poi accumulato come sostanze di riserva.

Per specie e cv. a maturazione tardiva è preferibile ricorrere alla somministrazione di azoto per via fogliare (es. urea tecnica 1-1.5%). Infatti, è stato dimostrato in diverse specie arboree da frutto, che è possibile aumentare le riserve azotate nell'albero mediante applicazioni fogliari di urea in post-raccolta dei frutti. Secondo Johnson et al. (2001), applicazioni fogliari di urea sono efficaci anche poco prima della senescenza fogliare, quando il rischio di fitotossicità è basso.

16. ESIGENZE NUTRITIVE DI AZOTO DURANTE IL CICLO ANNUALE

Nella formulazione di un corretto piano di concimazione azotato bisogna considerare la fertilità del terreno, lo stato nutrizionale dell'albero, le asportazioni complessive di azoto, nonché le cinetiche di assorbimento (ripartizione degli assorbimenti durante la stagione vegetativa). L'azoto complessivamente asportato da un frutteto è funzione dell'età dell'impianto, dello sviluppo vegetativo, della produzione, della tecnica frutticola adottata (sesti di impianto, portinnesti, irrigazione, ecc.). In generale, le piante da frutto in primavera utilizzano le riserve azotate accumulate negli organi perenni fino alla fioritura, mentre dalla fase di caduta petali assume maggiore importanza l'assorbimento radicale.

Nel caso specifico del pesco, dalla ripresa vegetativa e fino all'indurimento del nocciolo, l'albero assorbe dal terreno circa il 25% del suo fabbisogno totale di azoto. Dall'indurimento del nocciolo fino all'arresto dell'accrescimento dei germogli, l'albero asporta circa il 50% del proprio fabbisogno di azoto; il restante 25% viene assorbito prima del riposo vegetativo ed utilizzato per la ricostituzione delle riserve. Sulla base di queste conoscenze fisiologiche è possibile impostare un piano di fertilizzazione azotata per il pesco (valido anche per altre frutticole con opportune modifiche) con le seguenti ripartizioni:

- Caduta petali: 25-30% del totale.
- Diradamento frutti: 40-50% del totale.
- Post-raccolta (non oltre la metà di settembre): 20-35%.

Tab. 16.1 Assorbimento dell'azoto in alcune colture in funzione di alcune fasi fenologiche

Coltura	Periodo	N assorbito (% su totale)
Vite	Fino piena fioritura	25
	Fioritura- invaiatura	50
	Invaiatura- vendemmia	25
Pesco	Fioritura -diradamento	10
	Metà maggio-fine agosto	65
	Fine agosto- caduta foglie	25
Susino	Entro aprile	15
	Metà maggio-fine agosto	60
	Fine agosto- caduta foglie	25
Olivo	Germogliamento-allegagione	40
	Allegagione -Indurimento del nocciolo	30
	Indurimento del nocciolo- raccolta	30

(Fonte: Soing; Tagliavini; Wienbaum)

Tab. 16.2 Quota di elementi minerali (% sul totale) asportati dal suolo nelle diverse fasi del ciclo annuale di un oliveto al 4° anno dall’impianto

	N	P	K
Germogliamento- allegagione	41,5	24,6	33,5
Allegagione Indurimento del nocciolo	29,5	38,9	31,4
Indurimento del nocciolo- raccolta	29	31,4	35,1

(Fonte: Prof. Damiano Remorini-Università di Pisa)

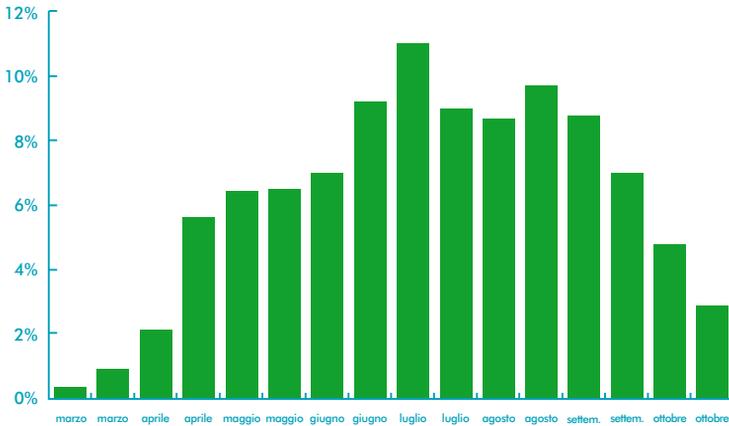


Fig. 16.1 Assorbimento di azoto nel pesco durante la stagione (Fonte: adattato da CTIFL)

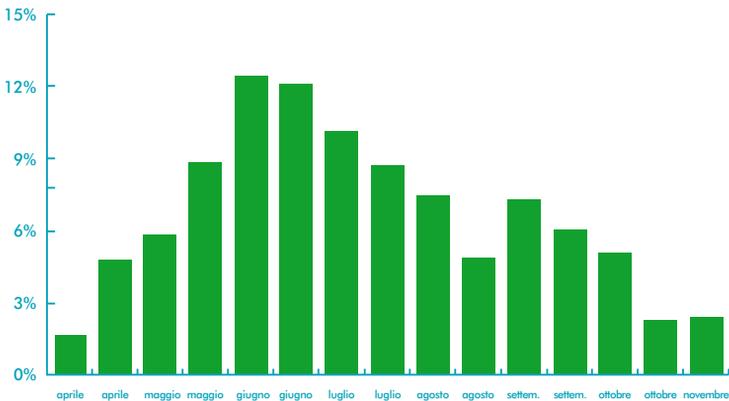


Fig. 16.2 Assorbimento di azoto nel melo durante la stagione (Fonte: adattato da CTIFL)

17. FRAZIONAMENTO DELL'AZOTO

Conoscendo il ciclo dell'azoto all'interno delle piante da frutto è possibile trarre indicazioni tecniche-operative sulla concimazione azotata:

- Non effettuare concimazioni a fine inverno.
- Iniziare le concimazioni in primavera e procedere per tutto il ciclo vegetativo con dosi equilibrate.
- Concimazioni in pre- o post- raccolta per incrementare le riserve.
- Evitare apporti di azoto in autunno inoltrato.

Tab 17.1 Frazionamento dell'azoto nelle diverse fasi fenologiche

Frazionamento azoto	
drupacee	30-40% prima della fioritura 20-40% all'indurimento del nocciolo 30-40% a fine estate
ciliegio	30-40% prima della fioritura 20-40% subito dopo l'allegagione 30-40% a fine estate
pomacee	30% a fine inverno 30% all'allegagione 30% all'ingrossamento dei frutti 10% a fine estate-inizio autunno
actinidia	50% 1-2 settimane prima della ripresa vegetativa 50% dopo la fioritura
noce e nocciolo	50-66% a fine inverno 33-50% a metà maggio
olivo	50% 1-2 settimane alla ripresa vegetativa 50% ad avanzata allegagione
vite	30-40% dopo il germogliamento 40-60% dopo l'allegagione (per i vitigni a maturazione precoce, 0-30% dopo la vendemmia)

(Fonte: La fertilizzazione delle colture arboree. Prof. Damiano Remorini. Università di Pisa)

18. FRAZIONAMENTO DEL FOSFORO E DEL POTASSIO

La concimazione fosfo-potassica in frutticoltura mira a mantenere il livello assimilabile dei due nutrienti sopra la soglia di sufficienza. I suoli poveri, o mediamente dotati in fosforo e/o potassio, possono ricevere una quantità di elementi nutritivi pari alla quantità asportata dalla coltura (quota di mantenimento).

In pratica

- Nei terreni ricchi si prevede la sospensione della fertilizzazione minerale sino a quando un'ulteriore analisi non evidenzia l'abbassamento del contenuto dell'

elemento nutritivo fino all'intervallo di dotazione media.

- L'epoca di somministrazione non è molto importante, anche se è spesso raccomandata la loro somministrazione in autunno per sfruttare le piogge autunnali, invernali e primaverili capaci di favorirne lo spostamento lungo il profilo del suolo. Possono essere distribuiti anche a fine inverno, facendo possibilmente seguire l'interramento degli stessi.
- In caso di inerbimento dell'interfilare è consigliata la distribuzione localizzata dei concimi lungo la fascia diserbata o lavorata (sotto la fila).
- La somministrazione dei concimi fosfo-potassici può essere effettuata anche a cadenza pluriennale, avendo cura di cumulare le dosi annuali.
- Nei suoli sabbiosi, il potassio viene somministrato a fine inverno.

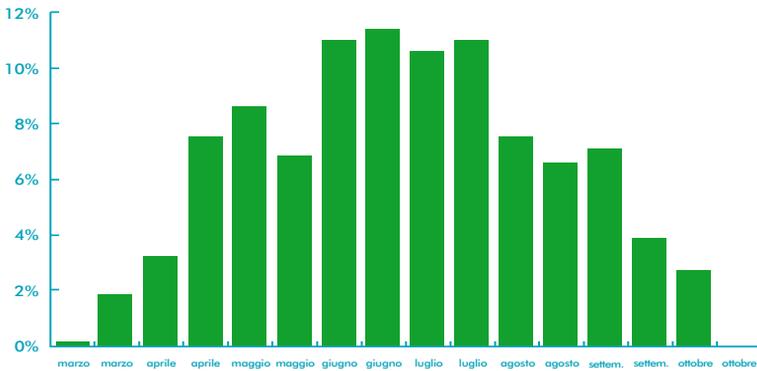


Fig. 18.1 Assorbimento di potassio nel pesco durante la stagione (Fonte: adattato da CTIFL)

Criteria per la fertilizzazione fosfatica e potassica sulle piante da frutto

Tipologia di fertilizzanti	Dotazione del suolo	in fosforo e potassio
	ELEVATA	BASSA o MEDIA
Solo minerale	Sospensione apporti	Mantenimento: quantità corrispondente agli apporti
Organico o organo-minerale	Non è ammessa la concimazione minerale. Solo se si apportano fertilizzanti organici si può concimare fino alla restituzione degli apporti azotati	Il fertilizzante organico può essere distribuito, nel rispetto del limite di N. Se l'organico non esaurisce gli apporti sono ammessi i concimi minerali finché la somma di minerale + organico non raggiunga la quota di mantenimento.

(Fonte: Frutticoltura sostenibile in Piemonte-2016-AGRION)

Tab. 18.1 Griglie di interpretazione delle analisi del suolo

Fosforo assimilabile

Dotazioni di P assimilabile (ppm) ($P_2O_5=2,291 P$)		
Giudizio	Valore P Olsen	Valore P Bray-Kurtz
Molto basso	<5	<12,5
Basso	5-10	12,5-25
Normale	10-25	25,1-62,5
Elevato	> 25	>62,5

Potassio scambiabile

Dotazioni di K scambiabile (ppm) ($K_2O=1,2 K$)			
Giudizio	Terreni sabbiosi (S-SF-FS)	Terreni medio impasto (F-FL-FA-FSA-L)	Terreni argillosi e limosi (A-AL-FLA-AS)
Basso	< 80	< 100	< 120
Medio	80-120	100-150	120-180
Elevato	> 120	>150	>180

(Fonte: Regione Piemonte)

19. ELEMENTI ASPORTATI DALLE DIVERSE SPECIE FRUTTICOLE - ORTICOLE - COLTURE INDUSTRIALI

I numerosi dati sugli assorbimenti nutritivi delle varie specie frutticole ed orticole derivano da prove eseguite in ambienti diversi e, spesso, con varietà diverse e in situazioni pedoclimatiche e colturali differenti.

I dati tabellari rappresentano indicazioni orientative.

Le riflessioni sulle effettive unità fertilizzanti da distribuire annualmente ad un frutteto devono basarsi su:

- Ambiente di coltivazione.
- Specie, varietà e portinnesto.
- Livelli produttivi prefissati.
- Comportamento delle piante negli anni precedenti.
- Organizzazione aziendale (rotazioni, disponibilità di sostanza organica, ecc.) e sbocchi di mercato.
- Programmi di qualità (disciplinari di produzione, marchi collettivi, ecc.).
- Esperienza.
- Ecc.

Le tabelle di ponderazione, molto utilizzate dai professionisti della frutticoltura svizzera, rappresentano un'utile guida per razionalizzare piani di concimazione calcolati sui dati tabellari.

Possono risultare utili quando l'azienda o il tecnico si trovano ad operare in situazioni dove mancano dati di analisi dei terreni, o quando risulta difficile

applicare modelli di bilancio.

È sicuramente utile ribadire che la corretta gestione di un piano di concimazione deve derivare da un'analisi seria ed approfondita del terreno e delle foglie, dei fabbisogni colturali, delle epoche e modalità di distribuzione e, nel caso della fertirrigazione, del contenuto di elementi minerali contenuti nell'acqua.

Tab. 19.1 Asportazioni (%) per prodotto fresco

	N	P₂O₅	K₂O	CaO	MgO
Actinidia	0.15	0.05	0.34	0.04	0.03
Albicocco	0.12	0.06	0.30	0.03	0.02
Castagno	0.05	0.21	0.06	0.04	0.05
Ciliegio	0.20	0.05	0.22	0.02	0.02
Cotogno	0.06	0.04	0.24	0.02	0.01
Kaki	0.09	0.04	0.19	0.01	0.01
Mandorlo*	0.45	0.35	0.70	0.25	0.23
Melo	0.06	0.03	0.15	0.01	0.01
Nocciolo*	2.39	0.66	0.82	0.17	0.27
Noce da frutto*	1.71	0.53	0.50	0.13	0.11
Olivo	0.88	0.20	0.80	0.06	0.03
Pero	0.08	0.03	0.17	0.03	0.02
Pesco	0.17	0.05	0.22	0.01	0.02
Susino	0.10	0.04	0.22	0.01	0.01
Vite	0.16	0.05	0.22	0.02	0.03

(Fonte: Prof. Damiano Remorini-Università di Pisa)

Tab. 19.2 Asportazioni legno di potatura e strutture permanenti (kg/ha)

Cultura	Asportazione legno potatura (kg/ha)			Asportazione strutture permanenti (kg/ha)		
	N	P₂O₅	K₂O	N	P₂O₅	K₂O
Actinidia	63	21	77	27	9	33
Albicocco	15	2.5	5	45	9.5	55
Castagno				60	85	60
Ciliegio	10	2	4	20	8	26
Cotogno	22	8	9	17.9	6.9	6
Kaki	45	25	40	45	25	40
Mandorlo	20	5	20	40	10	40
Melo	12	5.5	7	48	19.5	43
Nocciolo				5	0.5	1
Noce da frutto*	12	5.5	7	28	4.5	8
Olivo	12	6	18	8	4	12
Pero	20	3	9	25	7	31
Pesco	30	5	10	45	10	65
Susino	12	2.5	4	48	9.5	56
Vite	25	8.3	33.3	5	1.7	6.7

(Fonte: Prof. Damiano Remorini-Università di Pisa)

Tab. 19.3 Asportazioni unitarie di N, P₂O₅ e K₂O della biomassa raccolta e dei residui colturali aerei e radicali per le principali colture orticole.

Cultura	Asportazioni unitarie della biomassa raccolta (kg/t)			Sostanza secca e asportazioni unitarie dei residui colturali aerei (kg/t)				Sostanza secca e asportazioni unitarie dei residui colturali radicali (kg/t)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SS	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SS	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Aglio e scalogno	5,34	2,02	3,33	66,7	2,13	0,50	3,41	13,3	0,43	0,10	0,68
Anguria	0,98	0,81	1,58	17,3	0,69	0,28	0,84	11,6	0,35	0,19	0,56
Asparago	5,55	1,77	3,58	300,0	9,30	2,75	7,05	320,0	9,92	2,94	7,52
Basilico	4,28	1,28	3,58	8,89	0,48	0,14	0,40	8,89	0,48	0,14	0,40
Carciofo riflorente	3,05	1,38	2,89	165,7	6,03	0,76	5,99	71,43	0,79	0,33	2,58
Carota	2,16	1,10	3,51	21,18	0,85	0,24	1,05	7,06	0,28	0,08	0,35
Cavolfiore	3,96	1,24	4,52	2,04	0,09	0,05	0,09	10,20	0,47	0,23	0,47
Cavolo nero	2,97	0,74	3,47	15,88	0,74	0,36	0,74	10,59	0,49	0,24	0,49
Cavolo verza	2,97	0,74	3,47	1,84	0,09	0,04	0,09	0,18	0,43	0,21	0,43
Cece	30,88	8,32	10,55	884,7	20,35	5,07	27,71	141,5	3,26	0,81	4,43
Cetriolo	1,04	0,55	1,77	11,93	0,57	0,21	0,65	5,96	0,28	0,07	0,19
Capolla	2,28	1,34	1,73	20,00	1,00	0,18	1,02	5,00	0,25	0,05	0,26
Fagiolino	7,75	2,87	7,83	305,6	10,39	3,50	9,57	55,56	1,89	0,64	1,74
Fagiolo	11,96	4,95	12,96	133,3	0,60	1,53	4,18	42,67	1,92	0,49	1,34
Fava	8,85	2,87	3,95	62,50	0,89	0,72	1,96	31,25	0,94	0,08	0,12
Finochchio	2,74	1,15	4,13	24,48	0,69	0,29	1,03	12,24	0,34	0,14	0,52
Indivia	2,10	0,72	4,27	1,43	0,04	0,01	0,09	5,71	0,09	0,06	0,35
Lattuga	2,29	0,66	3,66	1,22	0,05	0,01	0,07	4,90	0,19	0,05	0,30
Lenicchia	41,31	10,28	11,55	896,0	20,61	8,01	24,40	143,4	4,87	1,28	3,90
Melanzana	1,95	0,75	2,82	78,00	3,51	0,81	3,99	20,75	0,93	0,21	1,06
Melone	1,46	0,81	3,75	65,67	2,63	1,05	3,01	16,42	0,66	0,20	0,40
Patata	3,68	1,27	7,34	57,50	2,31	0,44	2,77	23,00	0,37	0,17	0,73
Peperone	1,70	0,64	2,78	36,43	1,55	0,38	1,76	12,14	0,52	0,13	0,59
Pisello	9,90	2,57	3,05	268,9	12,77	3,08	8,42	48,89	2,32	0,56	1,33
Pomodoro industriale	1,54	0,61	2,84	18,33	0,70	0,17	0,88	7,33	0,28	0,07	0,35
Pomodoro mensa	1,53	0,65	3,22	29,55	1,18	0,20	1,46	8,96	0,36	0,06	0,44

(Fonte: La concimazione azotata degli ortaggi Progetto Interregionale "AZORT").

Tab. 19.4 Asportazioni unitarie di N, P₂O₅ e K₂O della biomassa raccolta e dei residui colturali aerei e radicali per le principali colture erbacee.

Cultura	Asportazioni unitarie della biomassa raccolta (kg/t)			Sostanza secca e asportazioni unitarie dei residui colturali aerei (kg/t)				Sostanza secca e asportazioni unitarie dei residui colturali radicali (kg/t)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SS	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SS	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Avena	18,27	7,83	11,31	1305,	6,53	4,19	16,97	326,3	1,79	1,12	1,11
Barbabietola	1,98	0,88	3,08	55,90	1,10	0,44	1,32	5,50	0,06	0,02	0,01
Brassica carinata	34,20	16,51	9,54	1827	32,89	13,83	73,09	469,1	2,05	1,13	0,82
Brassica juncea	34,20	16,51	9,54	1827	32,89	13,83	73,09	469,1	2,05	1,13	0,82
Canapa da fibra	6,60	1,79	6,36					90,00	0,54	0,45	0,36
Colza	36,00	16,93	21,60	1671	26,74	12,70	40,11	385,7	2,31	1,06	0,77
Dactylis glomerata	20,49	4,68	13,01					127,5	1,15	0,29	0,26
Erba medica	27,03	5,85	18,70					127,5	2,93	0,88	0,77
Farro	19,14	9,31	10,44	1616	3,08	4,04	17,77	372,9	2,05	1,11	1,19
Fava	8,85	2,87	3,95	62,50	0,89	0,72	1,96	31,25	0,94	0,06	0,12
Favino	7,20	1,47	4,80					30,00	0,69	0,21	0,18
F. arundinacea	18,70	4,68	13,01					127,5	1,15	0,29	0,26
Fleolo	19,55	7,60	21,25					127,5	1,15	0,29	0,26
Frumento duro	20,01	8,98	10,44	1305	6,53	2,61	14,36	326,2	1,79	0,97	0,98
Frumento tenero	19,14	9,18	5,22	1305	6,53	3,29	18,27	326,3	1,79	0,97	0,98
Girasole	29,70	12,78	7,65	1350	13,50	8,10	31,46	337,5	3,38	1,94	4,05
Lenicchia	41,31	10,28	11,55	896,0	20,61	8,01	24,40	143,4	4,87	1,28	3,90
Loicosa	19,55	4,29	12,75					127,5	0,89	0,29	0,26
Loietto perenne	19,55	4,29	12,75					127,5	1,15	0,29	0,26
Lupinella	30,40	9,29	17,10	6024	144,5	41,44	149,4	1038	23,88	7,15	6,23
Mais	14,56	7,13	6,09	870,0	6,61	3,19	13,92	261,0	1,98	0,72	0,91
Mais (da insilato)	4,34	2,09	4,06	0,60	0,00	0,00	0,00	52,50	0,40	0,14	0,18
Orzo	17,40	7,98	9,57	1305	6,53	3,89	14,36	326,3	1,79	0,90	1,04
Riso	12,90	7,89	5,16	1290	7,74	2,37	17,67	322,5	0,97	0,89	1,13
Segale	17,40	9,58	10,44	1305,	6,53	3,59	13,05	326,3	1,79	0,97	0,91
Soiu	58,03	14,57	23,49	1305	22,19	8,98	18,40	326,3	7,50	1,50	0,82
Sorgo	17,40	6,70	7,83	870,0	11,31	3,19	13,05	261,0	1,83	0,72	0,91
Sulla	30,40	9,29	13,50	7241	160,2	50,10	182,1	1227	28,23	8,44	7,36
Tabacco	20,25	8,36	25,92	436,1	8,29	4,70	13,83	137,1	2,60	1,54	1,96
Trifoglio pratense	27,29	6,24	20,40					127,5	2,93	0,88	0,77

(Fonte: La concimazione azotata degli ortaggi Progetto Interregionale "AZORT").

Tab. 19.5 Elementi asportati dalle diverse specie frutticole in funzione della produzione (fase di piena produzione)

Coltura	Produzione (kg/m ²)	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	MgO (kg/ha)
Melo-Pero	2	40	10	40	5
	3	50	15	60	10
	4	60	20	75	10
	5	70	25	90	15
	6	80	30	110	20
Ciliegio	0.8	40	15	40	5
	1.2	60	20	50	10
	1.6	80	30	65	15
Susino	1.0	40	10	35	5
	1.5	60	15	50	5
	2.0	80	20	65	10
Albicocco	1.5	45	20	60	5
	2	60	25	75	10
	2.5	75	30	90	15
Pesco	1.5	45	10	45	5
	2	60	15	55	10
	2.5	75	20	70	15
Actinidia	1.5	40	10	60	5
	2	50	15	75	5
	2.5	65	20	90	10

(Fonte: Stations Fédérales de Wädenswil et Changins. Adattato)

Tab. 19.6 Stima delle necessità gradual di azoto (kg/ha) necessari allo sviluppo dell'albero e alla produzione

Coltura	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno
Melo	20	40	60 + 0.6 per t di frutti	80 + 0.6 per t di frutti	80 + 0.6 per t di frutti
Pesco	20	40	70 + 1.3 per t di frutti	80 + 0.6 per t di frutti	90 + 0.6 per t di frutti
Pero	20	40	60 + 0.7 per t di frutti	80 + 0.7 per t di frutti	90 + 0.7 per t di frutti
Susino	20	40	70 + 0.9 per t di frutti	80 + 0.9 per t di frutti	90 + 0.9 per t di frutti
Albicocco	20	40	70 + 1.2 per t di frutti	80 + 1.2 per t di frutti	90 + 1.2 per t di frutti
Ciliegio	20	40	70 + 1.3 per t di frutti	80 + 1.3 per t di frutti	90 + 1.3 per t di frutti
Actinidia	20	40	70 + 1.4 per t di frutti	80 + 1.4 per t di frutti	90 + 1.4 per t di frutti

(Fonte: Stations Fédérales de Wädenswil et Changins. Adattato)

Tab. 19.7 Elementi di ponderazione (correzione) della dose di fertilizzante azotato su specie frutticole (Pomacee-Drupacee). I riferimenti corrispondono ad una situazione intermedia per tutti i criteri. Ogni punto indice equivale a 1 kg/ha di N da togliere (-) o da aggiungere (+)

Vigore	-10 (eccessivo)	0 (normale)	+10 (basso)
Lignificazione (agostamento)	-5 (tardivo)	0 (normale)	+5 (precoce)
Formazione gemme a frutto	-5 (basso)	0 (normale)	+5 (forte)
Importanza della raccolta precedente	-5 (basso)	0 (normale)	+5 (forte)
Tendenza alle malattie fisiologiche	-5 (si)	0	0 (no)
Tipi di portinnesto Molto vigoroso Media vigoria Bassa vigoria	Prof. utile >80 cm -10 -5 0	Prof. utile 40-80 cm -5 0 +5	Prof. utile <40 cm 0 0 +10
Volume occupato dallo scheletro (pietre)	-5 (basso) (<10%)	0 (medio) (10-30%)	+5 (>30%)
Tenore in sostanza organica	-10 (elevato)	0 (soddisfacente)	+10 (basso)

(Fonte: Stations Fédérales de Wädenswil et Changins. Adattato)

Esempio

Ciliegio in piena produzione, con crescita bassa (PIN nanizzante), 14 t/ha di produzione, fusetto (3 m), terreno > 30% argilla

Germogli annuali/Stato foglie: normale	0
Lignificazione: precoce	+5
Formazione gemme fruttifere: normale	0
Portinnesto/volume esplorato: nanizzante/ < 40 cm	+10
Volume sassi: 20%	0
Tenore in S.O.: 2%	+10

Totale indici correzione: +25

La correzione positiva si applica all'asportazione media per una produzione di 1.4 kg/m² (70 kg/ha di azoto, vedi tabelle). La dose totale raccomandata di azoto sarà 70+25 kg= 95 kg/ha/anno.

Tab. 19.8 Elementi di ponderazione (correzione) della dose di fertilizzante azotato su actinidia. I riferimenti corrispondono ad una situazione intermedia per tutti i criteri. Ogni punto indice equivale a 1 kg/ha di N da togliere (-) o da aggiungere (+).

Vigore	Eccessivo -30	Normale: 0	Basso +15
Volume occupato dallo scheletro (pietre)	Basso (<10%) -8	Medio (10-30%) 0	Elevato o molto elevato (>30%) +6
Tenore in sostanza organica	Elevato +12	Soddisfacente 0	Basso +9

Tab. 19.9 Fattori influenzanti la concimazione azotata ed indici di ponderazione su vite

Fattori	Valutazione	Indice ponderazione	Valutazione	Indice ponderazione
Vigore vigneto	Forte	-4	Basso	+4
Tendenza marciume (botrite)	Forte	-2	-	-
Contenuto di sostanza organica	Elevato	-3	Povero	+3
Frequenza lavorazioni vigneto	Molto frequenti	-2	-	-
Inerbimento	-	0	Presente	+1
Irrigazioni frequenti in terreno permeabile	-	0	Si	+1
Precipitazioni invernali	-	0	Elevate	+1
Natura terreno	-	0	Leggero	+1
Volume occupato dai ciottoli	Basso, < 25%	-1	Elevato, >50%	+1
Profondità utile del terreno	Molto profondo, > 80 cm	-1	Poco profondo, <40 cm	+1

Interpretazione dei risultati

Somma indici ponderazione	kg/ha/anno
Da -13 a -8	0-20
Da -7 a -3	20-40
Da -2 a +2	40-60 (NORMA)
Da +3 a +7	60-80
Da +8 a +13	80-100

(Fonte: Comm. Romande, Suisse. Adattato)

20. BILANCI NUTRITIVI

Il metodo più diffuso per determinare le quantità di fertilizzante da apportare al sistema frutteto (o coltura erbacea) è quello del **bilancio nutritivo**.

Asportazioni

- frutti
- strutture perenni
- foglie
- potatura

Elementi perduti

- immobilizzazione
- lisciviazione
- volatilizzazione
- denitrificazione
- ruscellamento
- sistema suolo

Elementi resisi disponibili

- degradazione della S.O.
- apporti acqua irrigazione
- deposizione atmosferiche
- fertilizzazione
- rimobilizzazione da strutture permanenti

Fase di piena produzione

Per calcolare gli apporti di azoto da somministrare ad una coltura arborea in piena produzione si applica la seguente relazione:

Concimazione azotata (N) = fabbisogni colturali (A)– apporti derivanti dalla fertilità del suolo (B) + perdite per lisciviazione (C) + perdite per dispersione (D) - azoto da fertilizzazioni organiche effettuate negli anni precedenti (F) – apporti naturali (G) .

21. CONCIMAZIONE DI PRE-IMPIANTO DELLE COLTURE ARBOREE DA FRUTTO

Per una razionale concimazione occorre valutare, nel modo più opportuno, i risultati delle analisi fisico-chimiche del suolo; i dati vanno interpretati in funzione della tessitura, del pH, della combinazione d'innesto, ecc.

Valutazione dell'analisi del terreno per le colture arboree

Tipo di terreno	Valutazione	Sost. Org (g/kg= %)	Azoto totale (%)	K ₂ O scam. (mg/kg=ppm)	P ₂ O ₅ assim. (mg/kg=ppm)
Terreno con oltre il 60% di sabbia	Bassa	<12	<0.8	<102	<16
	Normale	12-15	0.8-1.2	102-144	16-25
	Elevata	>15	>1.2	>144	>25
Terreno franco (Medio impasto)	Bassa	<14	<1.0	<120	<20
	Normale	14-21	1.0-1.6	120-180	20-39
	Elevata	>21	>1.6	>180	>39
Terreno con oltre il 35% di argilla	Bassa	<17	<1.2	<144	<21
	Normale	17-26	1.2-1.6	144-216	21-48
	Elevata	>26	>1.6	>216	>48

Giudizio di valutazione	pH in acqua (1:2.5)	Calcare totale (%)	Calcare attivo (%)	Rapporto C/N	Calcio scambiabile (mg/kg=ppm)
Basso	6.0-6.7	1-4	1.0-2.5	7.0-9.0	<1.000
Normale	6.8-7.2	5-15	2.6-5.0	9.1-11.0	1.000-2.000
Alto	7.3-8.1	16-25	5.1-10	11.1-20.0	<2.000

(Fonte: Disciplinari di produzione -Regione Campania)

Disponibilità degli elementi nutritivi in funzione del pH

pH	Elementi minerali	Interventi
<6	Minore assimilabilità. Rischi di carenza per N-K-Mg-S-P-Ca	Calcitazioni
6-7	Assimilabilità ottima Attività biologica elevata Perdita di calcio per lisciviazione	Concimazioni a base di calcio. Inerbimento
>7.5	Se il valore del calcare attivo è elevato si rischia clorosi ferrica, accentuata in suoli pesanti. Retrogradazione del fosforo in forme meno assimilabili	Concimi acidificanti Apporti di chelati di ferro Concimazione fosfatica

L'ammendamento nella fase di pre-impianto è un'occasione unica per aumentare la sostanza organica nella parte di suolo esplorata dalle radici.

La somministrazione della sostanza organica va eseguita prima dell'aratura con quantità variabili a seconda della tipologia dell'ammendante e del tipo di terreno in cui si opera. Nel caso del letame, ad esempio, si può arrivare a distribuire fino a 80-100 t/ha di sostanza fresca; in alternativa si può utilizzare un'ammendante compostato misto.

In presenza di terreni sciolti, e caratterizzati da condizioni che favoriscono una rapida mineralizzazione della sostanza organica, converrà frazionare gli apporti in diversi anni per evitare che eccessive quantità di nutrienti si rendano disponibili per la pianta nei primi anni, o che si verifichino perdite nell'ambiente.

La concimazione pre-impianto con concimi minerali viene effettuata per aumentare la concentrazione degli elementi minerali trattenuti dal potere assorbente nell'unità di suolo; tale pratica è razionale nei suoli franchi o franco-argillosi, mentre è da evitare nei terreni sciolti (perdite per dilavamento).

Il fosforo può essere distribuito in quantitativi max di 200-250 kg/ha di P_2O_5 , sufficienti a soddisfare il fabbisogno del frutteto nei primi 8-10 anni. Un'adeguata presenza di fosforo nelle prime fasi di sviluppo dell'apparato radicale stimola la crescita delle radici e permette un rapido sviluppo della pianta, soprattutto in condizioni di basse temperature; per questo è bene somministrare un certo quantitativo dell'elemento in prossimità dell'apparato radicale, avendo cura di ricoprire il concime con un pò di terreno per evitare ustioni alle radici da eccessiva salinità.

Per il potassio, la concimazione pre-impianto può prevedere dosi fino a 300 kg/ha di K_2O , tuttavia, in presenza di una buona dotazione di argilla e di elevata CSC, l'elemento può essere "bloccato" e reso indisponibile per le piante; in questo caso conviene utilizzare frequenti apporti annuali seguiti da irrigazione (o eventuali piogge) per favorire la migrazione dell'elemento lungo il profilo del terreno.

In fase di pre-impianto, in suoli calcarei e per alcune specie frutticole (pero, pesco), può risultare utile la somministrazione di vivianite sintetica (15 kg di solfato ferroso+ 5 kg di fosfato monoammonico in 100 l di acqua) in prossimità dell'apparato radicale delle piante al fine di prevenire la clorosi ferrica (il trattamento non deve essere ripetuto prima di 5-10 anni).

Concimazione localizzata sui fruttiferi all'impianto

È un'operazione che favorisce la riuscita del trapianto e lo sviluppo iniziale dell'albero. Può avere i seguenti vantaggi:

- Realizza una maggiore concentrazione degli elementi nutritivi nei pressi delle radici e di conseguenza un più facile assorbimento dei fertilizzanti (è da escludere il contatto diretto con le radici).
 - Accelera lo sviluppo iniziale dell'apparato radicale.
 - La concimazione localizzata organica, oltre agli elementi nutritivi, apporta humus e microflora batterica utile per migliorare la struttura e favorire lo sviluppo delle piante.
- Gli eventuali svantaggi possono essere:
- Problemi di ancoraggio nel caso le radici siano poco sviluppate al di fuori del volume della buca.
 - Eventuale aumento della sensibilità alla siccità.
 - Possibili ustioni nel caso il concime sia troppo vicino alle radici o se non è stato ben mescolato con il terreno.



Fig. 21.1 Concimazione localizzata

22. LA CLOROSI FERRICA DELLE COLTURE ARBOREE DA FRUTTO

Il ferro può essere assorbito sia come ione ferrico (Fe^{3+}) che ferroso (Fe^{2+}), sebbene quest'ultimo è più comune grazie alla sua maggiore solubilità.

Le piante sono state divise in due grandi gruppi in base alle modalità di assorbimento del ferro e delle strategie sviluppate per far fronte alla scarsa disponibilità dell'elemento nel suolo.

• Strategia I

Rientrano in questa categoria le Dicotiledoni e le Monocotiledoni non Graminacee. Pompe protoniche ATP-asiche, localizzate nelle cellule corticali della radice, acidificano la rizosfera; ciò provoca la solubilizzazione del Fe^{3+} ed il trasporto sulla superficie della radice, dove viene poi ridotto da una Fe^{3+} reductasi. Il risultante Fe^{2+} è immediatamente trasportato attraverso la membrana plasmatica da un trasportatore Fe^{2+} .

• Strategia II

È caratteristica delle Graminacee. Queste rilasciano nella rizosfera fitosiderofori (acido mugineico, acido avenico, ecc.) in grado di chelare il ferro. Il complesso ferro-sideroforo viene assorbito successivamente dalla radice; una volta all'interno, il ferro viene presumibilmente ridotto a Fe^{2+} e rilasciato per l'utilizzo nella cellula.

CAUSE della clorosi ferrica

Le cause della clorosi ferrica sono numerose:

- Elevato contenuto di CaCO_3 (calcite) che tampona il pH del suolo a circa 8.5, riducendo così la quota di ferro biodisponibile per le piante (Fe^{2+}); inoltre, si ha un innalzamento del pH nel citoplasma e nell'apoplasto, con conseguente inattivazione del ferro e riduzione del trasporto dalle radici. L'interferenza non è diretta, ma è dovuta alla formazione dello ione bicarbonato che si produce maggiormente nei suoli asfittici e dopo primavera piovose.
- Temperature: le basse temperature rallentano l'assorbimento del ferro.
- Illuminazione: l'intensa luminosità può provocare la clorosi per distruzione delle proteine che proteggono la clorofilla.
- Lavorazioni del terreno: facilitano l'ossidazione da Fe^{2+} a Fe^{3+} , riportando in superficie calcare attivo. La non coltura e l'inerbimento riducono i rischi di clorosi.

- Ristagni idrici: favoriscono l'asfissia e la formazione di ioni HCO_3^- che impediscono l'assorbimento del ferro.
- Compattezza dei terreni: crea condizioni di asfissia radicale.
- Elevata presenza di azoto nitrico nel terreno. La forma ammoniacale causa un'acidificazione del terreno e quindi favorisce l'assorbimento del ferro.
- Elevate produzioni: i frutti costituiscono un punto di richiamo di carboidrati; di conseguenza si riduce l'immagazzinamento a livello radicale con scarsa crescita e ridotto assorbimento di ferro da parte delle radici.

Per la lotta alla clorosi ferrica occorre individuare strategie complesse ed ecocompatibili.

In abbinamento alle già collaudate applicazioni di chelati, possono essere applicati al suolo compost di buona qualità in associazione ad inerbimenti mirati di specie graminacee; infatti le graminacee sono in grado, mediante la secrezione radicale di composti ferro-chelati (fotosiderofori), di aumentare la disponibilità di ferro nel suolo convertendo le forme insolubili in assimilabili.

Nelle specie graminacee il ferro è assorbito come Fe^{3+} -fitosideroforo; l'attività dei fitosiderofori è sganciata dal pH del suolo e, di conseguenza, essi risultano efficaci anche in terreni calcarei.

23. FERTIRRIGAZIONE

È una tecnica di nutrizione delle colture molto efficiente, in quanto gli elementi nutritivi in soluzione sono facilmente assorbiti dagli apparati radicali ed è possibile gestire gli apporti di elementi fertilizzanti in sintonia con le effettive esigenze fisionutrizionali delle colture e in funzione delle diverse fasi fenologiche.

Il ricorso alla fertirrigazione per gli elementi poco mobili (es. fosforo e potassio) consente inoltre di veicolare gli elementi più in profondità, fino alla zona del terreno occupata dalle radici delle piante.

Anche se viene programmata la fertirrigazione, è buona norma prevedere comunque un apporto di concime granulare al terreno in ragione di circa il 20-30% dell'apporto totale in N-P-K.

Con una corretta fertirrigazione si ha una maggiore efficienza nutrizionale rispetto ai tradizionali granulari, tale da poter ridurre i dosaggi complessivi di concimi anche del 20-30%.

Una corretta ed efficiente gestione della fertirrigazione richiede la conoscenza di:

- Principi nutritivi e loro assorbimento da parte delle piante.
- Fattori climatici che influiscono nell'assorbimento di acqua e nutrienti.
- Analisi chimico-fisiche e biologiche dell'acqua di irrigazione (EC, reazione pH, ecc.).
- Analisi chimico-fisiche dei terreni e/o substrati di coltivazione (EC, reazione pH, ecc.).
- Fabbisogni nutritivi delle colture nelle varie fasi fenologiche; rapporti con i quali devono essere apportati i nutrienti.
- Eventuali apporti derivanti dall'acqua irrigua.
- Impianti di irrigazione, di miscelazione e distribuzione delle soluzioni nutritive.

Tab. 23.1 Compatibilità dei concimi per fertirrigazione (C= compatibile, L= limitatamente compatibile, X= incompatibile).

CONCIME	Urea	NA	SA	NC	PMA	PMK	AP	NK	SMg	SOK
Urea	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Nitrato ammonico (NA)	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Solfato ammonico (SA)	C	C	C	L	C	C		C		
Nitrato di calcio (NC)	C	C	L	C	X	X	X	C	X	C
Fosfato monoamm. (PMA)	C	C	C	X	C	C	C	C	X	C
Fosfato monopot. (PMK)	C	C	C	X	C	C	C	C	X	C
Acido fosforico (AP)	C			X	C	C	C	C	X	C
Nitrato di potassio (NK)	C	C	L	C	C	C	C	C	L	C
Solfato di magnesio (SMg)	C	C		C	X	X	X	L	C	C
Solfati di potassio (SOK)	C	C		L	C	C	C	C	C	C

Suggerimenti per una corretta fertirrigazione

- Nella preparazione delle soluzioni fertirrigue prestare particolare attenzione quando si utilizzano fertilizzanti solidi. Riempire di acqua il serbatoio fino alla metà, versare lentamente il fertilizzante, agitare e aggiungere acqua fino al livello finale.
- L'immissione del concime dovrebbe cominciare dopo qualche minuto dall'inizio dell'erogazione dell'acqua, quando l'impianto ha raggiunto la pressione di funzionamento e deve terminare 30 minuti prima della fine dell'intervento irriguo.
- Nei climi meridionali la scelta del fertilizzante azotato ricadrà sul prodotto a minore costo per unità fertilizzante, in quanto le condizioni climatiche determinano una veloce nitrificazione che rende i differenti concimi pressoché equivalenti.
- Il fosfato monoammonico (AMP) e le altre forme di fosfato non dovrebbero essere utilizzati con magnesio solfato, poiché si determina la formazione di fosfati magnesiaci insolubili che possono occludere gli erogatori.
- I concimi a base di calcio non devono essere utilizzati con i prodotti fosfatici. La fertirrigazione calcica deve essere realizzata separatamente.
- Nei terreni leggeri e/o superficiali è consigliabile distribuire i concimi potassici, e soprattutto gli azotati, nella fase terminale dell'erogazione dell'acqua per evitare fenomeni di allontanamento dei nutritivi mobili dall'apparato radicale.
- Nei terreni con elevata capacità di ritenzione idrica, e in presenza di elementi minerali poco mobili nel suolo (P e in minor misura K), si suggerisce di distribuire i concimi all'inizio di ogni intervento irriguo per favorirne l'approfondimento.

(Fonte: ESIGENZE MINERALI E TECNICHE DI CONCIMAZIONE. Accademia Nazionale dell'olivo e dell'olio. Assunta Maria Palese, Giuseppe Celano, Cristos Xiloyannis)

Alcuni esempi di fertirrigazione

Esempio di piano di fertirrigazione per pescheto (varietà a maturazione medio-tardiva)

Epoche	Azoto kg/ha	Potassio (K ₂ O) kg/ha	Fosforo (P ₂ O ₅) kg/ha	Magnesio (MgO) kg/ha	Calcio (CaO) ¹ kg/ha
Caduta petali	5	-	.	-	5
Fine scamicciatura	5	-	5	-	5
Diradamento	10	10	5	2,5	5
Da ingross. frutticini a raccolta	10 ⁽²⁾	10 ⁽²⁾	-		5
	10	15	-		5 ⁽³⁾
	10	15	-		-
	10	10	-		-
Post-raccolta	10	-	-	-	-
	5 ⁽³⁾	-	-	-	-
Totale	75	60	10	5	25

Nota: (1) In terreni con pH >7 e con buona dotazione di calcio scambiabile non si consigliano apporti; (2) Distribuzione ogni 15 giorni; (3) Intervento dopo 15 giorni dal precedente.

Esempio di piano di fertirrigazione di un meleto nel ferrarese

data indicativa	settimane da fioritura	fase	AZOTO N		FOSFORO P ₂ O ₅		POTASSIO K ₂ O		MAGNESIO MgO	
			Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%
1 aprile	0	fioritura								
8 aprile	+1		1,9	4%	9,8	50%				
15 aprile	+2		1,8	3%						
22 aprile	+3		1,9	4%	9,8	50%				
29 aprile	+4		1,8	3%				2,2	15%	
6 maggio	+5		2,0	4%						
13 maggio	+6		2,3	4%			8,3	10%	3,0	20%
20 maggio	+7		2,4	4%						
27 maggio	+8		2,3	4%			8,3	10%		
3 giugno	+9		2,4	4%					4,5	30%
10 giugno	+10		2,6	5%			9,2	10%		
17 giugno	+11		2,5	5%					4,5	30%
24 giugno	+12		3,2	6%						
1 luglio	+13		3,2	6%					0,5	3%
8 luglio	+14		3,2	6%			11,5	14%	0,3	2%
15 luglio	+14		3,2	6%			11,5	14%		
22 luglio	+16		3,2	6%			11,5	14%		
29 luglio	+17		3,2	6%			11,5	14%		
5 agosto	+18		2,8	5%						
12 agosto	+19		2,8	5%						
19 agosto	+20		2,3	4%						
26 agosto	+21	raccolta								
Post- raccolta			3,2	6%			11,5	14%		
		Totale Kg/ha	54,7		19,5		83,3		15,0	

Esempio di piano di fertirrigazione con apporti settimanali per l'actinidia in piena produzione (25 t/ha)

Periodo	Azoto (N) (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	MgO (kg/ha)
1 ^a -11 ^a Settimana	6	1	2	0.3
12 ^a -15 ^a	5	0.4	2	0.3
16 ^a -19 ^a	4	0.3	3.5	0.3
20 ^a -23 ^a	3	0.3	3.5	0.3
Totale	120	16	60	7

*Rottura gemme-allegagione

24. ASPETTI AGROFISIOLOGICI ED AMBIENTALI DELL'AZOTOFISSAZIONE SIMBIOTICA

Il processo di azotofissazione biologica è la più importante reazione biochimica per la vita sulla terra, dopo la fotosintesi clorofilliana (Brady e Weil, 1996).

La nutrizione azotata delle Leguminose (o Fabaceae) è assicurata da due vie: assorbimento minerale dal terreno e fissazione dell'azoto atmosferico grazie alla simbiosi con alcuni batteri specifici del suolo (diazotrofia, ossia fissazione biologica del diazoto- N₂).

Solo alcune famiglie di esseri viventi possono utilizzare direttamente l'azoto gassoso presente nell'atmosfera; il meccanismo è noto come "fissazione biologica dell'azoto" ed è esclusivo di organismi procarioti, quali batteri e cianobatteri liberi nel suolo e nell'acqua e dei batteri simbiotici delle leguminose (**Symbiotic nitrogen fixation**).

Nel mondo vegetale, le leguminose hanno la capacità di stabilire una simbiosi con alcuni batteri naturalmente presenti nel terreno e che convertono l'azoto presente nell'aria (N₂) in una forma intermedia (NH₄) assimilabile dalla pianta per costituire le sostanze proteiche.



Fig. 24.1 tubercoli radicali su leguminosa

Il primo a studiare il “fenomeno” dell’azotofissazione è stato Hermann Hellriegel, un chimico e botanico tedesco che nel 1886 rende pubbliche le sue ricerche sulla nutrizione azotata delle leguminose.

Oggi, grazie a questo “affascinante” meccanismo, si riescono a fissare annualmente nel mondo circa 50 milioni di tonnellate di azoto; per contro, tramite il processo Haber-Bosch, si producono 87 milioni di tonnellate di azoto chimico.

La coltivazione di una leguminosa porta ad economizzare circa 0,2 tonnellate di petrolio per ettaro, che equivalgono alla produzione di 600 kg/ha di CO₂. Le leguminose rappresentano dunque uno dei pilastri su cui poggia lo sviluppo sostenibile dei sistemi agricoli. È stato stimato che il 20-30% dei costi energetici necessari alla coltivazione delle piante è assorbito dalla produzione e distribuzione in campo dei concimi azotati.

Pertanto, la simbiosi Rhizobium-Leguminose, deve essere vista come un mezzo prezioso a disposizione dell’uomo per ridurre l’uso di concimi azotati nonché, di conseguenza, gli effetti nocivi di un loro eccesso nella qualità ambientale (*E. Polone; A. Squartin*).

In cosa consiste la fissazione biologica dell’azoto

L’atmosfera terrestre è composta dal 79% circa di N₂ e dal 21% di ossigeno. Le piante superiori non sono capaci di convertire l’azoto molecolare biatomico in una forma biologicamente utile (NO₃-NH₄); i due atomi dell’elemento sono

uniti da un legame molto forte e le piante non posseggono nessun enzima in grado di ridurre il triplo legame covalente. La conversione dell'azoto atmosferico è una reazione di riduzione ($N_2 + 3H_2 + \text{energia} \longrightarrow 2NH_3$) che può essere realizzata sia per via chimica che biologica. Nel caso della fissazione azotata chimica (processo Haber-Bosch), l'azoto molecolare biatomico si combina con l'idrogeno; il processo è costoso, sia come fonte di idrogeno, sia come energia necessaria per ottenere temperatura e pressione richieste.

Per ottenere 100 kg di $N-NH_3$, nel processo Haber-Bosch occorrono 1.700 kg di petrolio equivalente (gasolio, metano, ecc.), idrogeno gassoso, pressioni elevate (350-1.000 atm.) e catalizzatori chimici; i batteri simbiotici invece, fissano in media 700-1.000 kg/ha anno di azoto a pressione atmosferica e temperatura ambientale.

Nel caso della fissazione biologica dell'azoto, l'energia è quella derivante dalla fotosintesi clorofilliana sotto forma di ATP (una molecola di azoto atmosferico, produce due moli di ammonio, con una spesa energetica di 16 ATP).

Meccanismi di riconoscimento BATTERI-LEGUMINOSE

Gli azotofissatori sono procarioti; in base al rapporto con altri microrganismi si distinguono in tre tipi:

1. **Diazotrofi liberi:** si trovano nel suolo e nelle acque e fissano azoto indipendentemente dall'ambiente e dalla presenza di altri microrganismi (es. *Acetobacter*);
2. **Biocenosi diazotrofe:** i batteri si trovano nella rizosfera di piante superiori e sono da queste influenzate (es. *Azospirillum*);
3. **Simbiosi diazotrofe:** i batteri instaurano rapporti di endosimbiosi, inducendo nella pianta la formazione di noduli (es. *Rhizobium*).

I rizobi sono batteri appartenenti alla famiglia delle *Rhizobiaceae*; sono aerobi, gram- e asporigeni.

Tra i generi più importanti si ricordano: **Rhizobium** (include *R. leguminosarum biovar viciae*, specifico per *Pisum* spp., *Lens* spp., *Vicia* spp., *Lathyrus* spp.; *Rhizobium leguminosarum biovar trifolii* e *biovar phaseoli*, specifici rispettivamente per *Trifolium* spp. e *Phaseolus* spp.; *R. sulae*); **Bradyrhizobium** (include la specie *B japonicum*, specifica per la soia); **Ensifer** (include *E. meliloti*, per l'erba medica) e **Mesorhizobium** (*M. ciceri* per il cece).

La maggior parte delle leguminose non ha bisogno di inoculazione, in quanto i terreni contengono già un inoculo "indigeno" in grado di attivare la fissazione,

tranne nel caso della soia al primo impianto o in particolari situazioni pedologiche. La chiave della fissazione biologica dell'azoto atmosferico è il complesso enzimatico della nitrogenasi, presente in tutti i microrganismi che fissano l'azoto e che catalizza la riduzione dell'azoto gassoso in NH_3 attraverso il trasferimento di elettroni da una proteina donatrice (ferrodossina o flavidossina) all'azoto molecolare gassoso. Il meccanismo di riconoscimento prevede interazioni molecolari batterio-pianta.

Le tappe dell'azotofissazione biologica possono riassumersi in quattro fasi principali:

1. Riconoscimento pianta-batterio (Rhizobium).
2. Diffusione dell'infezione batterica nelle radici.
3. Sviluppo del nodulo radicale e della struttura simbiotica.
4. Azotofissazione e inizio del rapporto simbiotico.

Prima fase - La pianta emette nel terreno flavonoidi che richiamano i batteri Rhizobium specifici per quel vegetale; i flavonoidi penetrano nelle cellule batteriche del Rhizobium e stimolano la produzione di una proteina chiamata Nod, che attiva diversi geni di nodulazione, i quali iniziano a sintetizzare un lipochito-oligosaccaride chiamato fattore Nod (o di nodulazione) (Werner, 2004). Il Nod viene emesso dal batterio e si comporta da ormone, stimolando la risposta dell'apparato radicale della pianta.

Seconda fase - Il Nod, emesso dal batterio e assorbito dalla pianta, inizia a stimolare la divisione cellulare nelle radici e nei peli radicali, che così si accrescono. In particolare, i peli radicali crescono asimmetricamente e tendono ad arrotolarsi a formare una sorta di canale attraverso cui il Rhizobium può penetrare nel tessuto radicale ed effettuare l'infezione. La progressione dei batteri nei canali d'infezione avviene per divisione cellulare: la pianta, infatti, fornisce ai batteri nutrimento e consente loro di riprodursi molto efficacemente e di spostarsi progressivamente verso il centro della radice, dove formeranno il nodulo a partire da cellule meristematiche.

Terza fase - Raggiunta la concentrazione critica (15.000-20.000 batteri per ogni singola cellula vegetale infettata) è proprio la pianta che inibisce la formazione di nuovi noduli e la riproduzione batterica, inducendo la fase di trasformazione somatica dei batteri in *batteroidi* e la formazione dei veri e propri noduli: essi si ricoprono di una membrana plasmatica vegetale, aumentano di volume (fino ad oltre 30 volte il

volume iniziale), cambiano forma originando gli organi per l'azotofissazione. Tutte queste trasformazioni, che portano alla formazione del nodulo, sono il risultato di una interazione tra le sostanze emesse dal batteroide e le risposte molecolari della pianta. Se queste sostanze non vengono riconosciute dall'ospite non si formano i noduli. La formazione dei noduli produce una inibizione dell'ormone Nod che rappresenta il regolatore della divisione cellulare del batteroide: diminuendo la concentrazione di Nod, si inibisce la riproduzione del *Rhizobium*.

Quarta fase - I batteroidi iniziano a fissare l'azoto attraverso un complesso multi-enzimatico che consente alla nitrogenasi di catalizzare la formazione di un composto azotato di facile assimilazione per la pianta. La quantità di azoto fissata è legata direttamente alla pressione di ossigeno presente nel nodulo, che è regolata dalla leghemoglobina, una proteina simile all'emoglobina. Inizia quindi il rapporto simbiotico mutualistico, ed entrambi (pianta e batteroidi) concorrono per la formazione della leghemoglobina, essenziale per la nitrogenasi. I batteroidi forniscono alla pianta azoto facilmente assimilabile (NH_3 e/o NH_4^+), mentre la pianta fornisce ai batteroidi carboidrati e proteine.

Tab. 24.1 Azoto fissato da specie diverse di leguminose

Specie	<i>Rhizobium</i>	Azoto fissato kg ha ⁻¹ y ⁻¹
Arachide	<i>Bradyrhizobium s.p.</i> <i>Rhizobium giardinii</i> <i>Rhizobium tropici</i>	120
Erba medica	<i>Rhizobium meliloti</i>	300
Fagiolo	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>phaseoli</i>	40
Fava	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>viciae</i>	210
Favino	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>viciae</i>	210
Cinestrino	<i>Rhizobium loti</i>	100
Lupinella	<i>Rhizobium hedisari</i>	180
Lupino	<i>Rhizobium lupini</i>	150
Pisello	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>viciae</i>	90
Soia	<i>Rhizobium japonicum</i>	100
Sulla	<i>Rhizobium hedisari</i>	200
Trifoglio ibrido	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>trifolii</i>	140
Trifoglio alessandrino	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>trifolii</i>	180
Trifoglio incarnato	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>trifolii</i>	160
Trifoglio sotterraneo	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>trifolii</i>	140
Trifoglio pratense	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>trifolii</i>	110
Trifoglio repens	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>trifolii</i>	150
Veccia	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>viciae</i>	170
Vigna sinensis	<i>Bradyrhizobium s.p.</i>	80

Azotofissazione. Costi energetici per la pianta

Calcoli teorici mostrano che il costo in carbonio associato all'attività di fissazione dell'azoto è simile a quello dell'assimilazione del nitrato: circa 4-5 g di carbonio per ogni grammo di azoto fissato. L'azoto organicato, fissato dalla simbiosi Rizobio-Leguminosa, può essere trasferito alle colture successive o contemporanee attraverso:

1. Il rilascio di essudati radicali (NH_4 -amminoacidi, ureidi, mucillagini, ecc.).
2. La mediazione di funghi micorrizici arbuscolari.
3. La decomposizione delle radici, dei fusti, dei noduli e di altre parti non asportate con il prodotto commerciale.

Differenti tecniche di misurazione hanno permesso di stimare la parte di azoto della pianta intera contenuta nella biomassa radicale e nella rizodeposizione (senescenza e decomposizione delle radici e dei noduli; essudazione di composti solubili; rinnovamento delle cellule della cuffia radicale; produzione di mucillagini; ecc.). Per la fava i valori si attestano sul 24-40%; per il pisello 30-40%; per il lupino 38-49%.

Dinamica della nutrizione azotata nel corso del ciclo di crescita

In coltivazioni monospecifiche, il prelievo dell'azoto si divide in tre tappe:

- a. All'inizio del ciclo, il fabbisogno di azoto è assicurato dal seme e l'autonomia è proporzionale alle dimensioni di questo.
- b. Dalla levata all'inizio del riempimento, l'assorbimento è a carico dell'azoto presente nel terreno; l'azotofissazione biologica si realizza solo quando diminuisce la disponibilità di azoto minerale nel suolo.
- c. A partire dall'inizio del riempimento della granella, la fissazione simbiotica diminuisce: questo come conseguenza della competizione per le sostanze idrocarbonate prodotte dalla fotosintesi e maggiormente indirizzate ai semi anziché ai noduli (l'efficienza dell'azotofissazione diminuisce). La massima attività dei tubercoli si ha in genere prima della fioritura, poi inizia l'invecchiamento.

Fattori ambientali sfavorevoli, come la siccità o le elevate temperature, limitano ulteriormente la fissazione simbiotica in questo stadio.

Principali fattori limitanti la fissazione simbiotica

Per avere la massima fissazione di azoto da parte di una leguminosa, oltre alla presenza della specie di rizobio compatibile con la pianta ospite, si devono verificare alcune condizioni ambientali favorevoli, tra le quali:

1. pH vicino alla neutralità.
2. Buona areazione del terreno.
3. Buona disponibilità di acqua.
4. Temperatura del terreno sufficientemente elevata (15-25°C).
5. Buona disponibilità di fosforo.
6. Presenza di tracce di alcuni metalli pesanti (tra cui il molibdeno) che agiscono da catalizzatori del processo.
7. Assenza di insetti e patogeni che possono vivere a spese dei noduli radicali (es. le larve del sitone si nutrono dei noduli, mentre *Aphanomyces euteiches* provoca marciumi del sistema radicale).

La fissazione simbiotica è un processo biologico costoso per la pianta ed è regolato dalla pianta stessa: le leguminose prelevano in un primo tempo l'azoto minerale disponibile nel suolo, mentre la fissazione vera e propria ha inizio quando questo inizia a diminuire.

In via generale, la presenza di nitrati nella soluzione del terreno limita la fissazione simbiotica. A livello fisiologico, si considera che la nodulazione ha luogo a seguito della percezione di un segnale di carenza di azoto proveniente dalla parte aerea della pianta; quando la nodulazione ha inizio, il numero dei noduli è proporzionale al fabbisogno di azoto della pianta per la crescita.

Uno studio recente, condotto dal professor Giles Oldroyd e dal Dott.ssa Myriam Charpentier, della Washington State University, ha permesso di comprendere alcuni dettagli della trasmissione di un importante messaggio tra l'esterno e l'interno delle radici. Tale comunicazione è mediata dal calcio, ed indica alle cellule radicali che i rizobi presenti al loro esterno sono pronti ad attivare l'azotofissazione simbiotica dentro i noduli radicali. In seguito alla ricezione di tale segnalazione, la pianta agevola l'accesso dei batteri all'interno dei noduli radicali e fa quindi partire l'azoto-fissazione.

È da tempo nota l'importanza del calcio nell'attività di azotofissazione; ciò che aggiunge questo studio è la comprensione di quali proteine creino il canale che introduce il calcio all'interno dei nuclei delle cellule delle radici delle leguminose, segnalando così alla pianta la presenza dei rizobi. Tale proteina è stata isolata e denominata 'cyclic nucleotide gated channel 15s' (CNGC15s). Il professor Oldroyd riferisce: "Questa scoperta mostra che c'è una proteina CNGC posta all'estremità del nucleo di una cellula vegetale che controlla il movimento del calcio nel nucleo. Questo è un importante passo verso la comprensione dell'azotofissazione nei legumi e tale comprensione ci aiuterà a sviluppare colture più efficienti".

Come verificare l'avvenuta azotofissazione

- Se nella sezione il nodulo presenta aree o macchie di colore rosato (indice della presenza del complesso leghemoglobina), allora ivi avviene la fissazione dell'azoto.
- Se nella sezione il nodulo appare completamente bianco o verde, significa che in quel sito non avviene la fissazione ma che comunque sono presenti i batteroidi; probabilmente una errata comunicazione molecolare-biologica tra batteroide e pianta ha di fatto bloccato il rapporto di simbiosi mutualistica.
- Se nella sezione il nodulo appare di colore grigio o marrone, significa che in quel nodulo non solo non avviene la fissazione dell'azoto, ma che anche i batteroidi sono morti e che è in corso un processo di degradazione.

Come migliorare l'azotofissazione simbiotica

L'esempio dell'agroecosistema oliveto

Lavori scientifici effettuati dal Prof. Gino Ciafardini, dell'Università degli studi del Molise (Agraria-CB), hanno permesso di “stilare” un vademecum per una corretta applicazione della tecnica della concimazione azotata “biologica” su olivo; con opportune modifiche è possibile adottare il “piano” anche per altre coltivazioni. Sotto l'aspetto operativo, lo schema prevede la semina localizzata della leguminosa (favino, sulla, trifoglio, ecc.) sotto la chioma dell'olivo. Il seme, in precedenza inoculato con il batterio simbiote specifico (specialmente nel caso la leguminosa non ritorni sullo stesso terreno da oltre 4-5 anni), è di circa 2-4 volte superiore ad una semina tradizionale (a seconda se si tratta di leguminose a seme piccolo o grande); questo, per un particolare fenomeno fisiologico di controllo della nodulazione (“effetto feedback”) che porta, in un primo momento, alla formazione di noduli molto efficienti sulla radice principale e, solo secondariamente (15-20 giorni), alla produzione di noduli sulle radici secondarie. Questi ultimi saranno attivi solo nella primavera, poco prima dell'interramento della pianta. La semina dovrebbe essere anticipata in settembre, in modo da favorire con le prime piogge lo sviluppo della vegetazione e la fissazione dell'azoto; l'accumulo dell'azoto atmosferico dura 2-3 mesi e si arresta quasi completamente con le basse temperature.

Il sovescio deve essere eseguito entro la fine di marzo, senza attendere la fioritura (almeno 45 giorni prima della fioritura dell'olivo); si eseguirà una trinciatura, seguita da una leggera lavorazione per interrare i residui e per stimolare la microflora tellurica.

Se le dosi di azoto richieste sono elevate, si punterà su una leguminosa ad alta resa di biomassa (es. favino); in caso contrario si potranno utilizzare sulla o trifogli.

25. GESTIONE DEL FRUTTETO PER FAVORIRE IL SEQUESTRO DEL CARBONIO

I frutteti, attraverso il processo fotosintetico, sottraggono anidride carbonica dall'atmosfera e la immagazzinano nella biomassa delle piante (foglie, rami, frutti, tronco, radici) e poi nel suolo.

Per contro, alcune pratiche agricole come le lavorazioni o la bruciatura dei residui di potatura, contribuiscono ad emettere carbonio nell'atmosfera.

Per aumentare il livello di carbonio nel suolo è necessario assicurare un elevato quantitativo di materiale organico in entrata e ridurre il più possibile le perdite di CO₂ dal suolo.

Il processo di incremento è molto lento e sono necessari 7-10 anni di gestione conservativa del suolo e di apporti di materiale organico per incrementare dell'1% il valore del carbonio.

• Inerbimento

Con l'inerbimento si assicura una copertura temporanea o permanente del suolo, che migliora il terreno dal punto di vista fisico, chimico e biologico.

L'incremento ed il mantenimento del livello di sostanza organica nel terreno è favorito da materiale vegetale di difficile decomposizione (graminacee e leguminose mature), ricco in lignina, polifenoli e con elevato rapporto C/N (>25).

• Residui di potatura

La biomassa da potatura ha un elevato rapporto C/N (circa 50); se abbinata ad un inerbimento con rapporto C/N basso (es. leguminose) può rendere più efficiente il processo di umificazione delle due matrici nel terreno.

• Apporti di carbonio esterno

Fra le diverse tipologie di materiali impiegabili per favorire l'accumulo di carbonio nel suolo si ricordano il letame compostato, il compost da frazione organica di residui solidi urbani, l'ammendante compostato verde o misto, il BIOCHAR, ecc.

L'impiego di compost consente di ridurre le emissioni di CO₂ nell'atmosfera (si considera il risparmio dell'energia per produrre i concimi minerali ed i minori costi di spandimento).

• Riduzione delle emissioni di CO₂ dal suolo

1. Evitare di bruciare i residui della potatura nei campi.
2. Le lavorazioni del suolo accelerano l'ossidazione della sostanza organica, aumentando così le emissioni di CO₂.
3. In un terreno bagnato l'attività microbica è elevata, con incremento dei processi ossidativi a carico della sostanza organica. Impianti irrigui che bagnano minori superficie di terreno (impianti a goccia) permettono di ridurre le emissioni di CO₂.
4. Corretta gestione della nutrizione minerale.

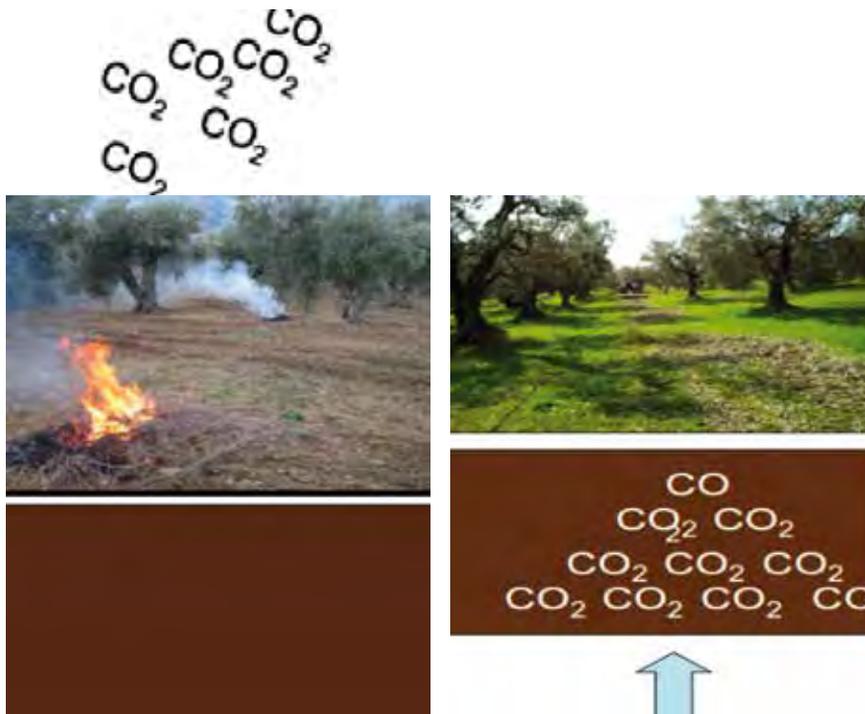


Fig. 25.1 Confronto agroecosistema convenzionale/sostenibile (Fonte: C. Xiloyannis)

Le tecniche ecosostenibili incrementano gli incrementi di carbonio nel suolo, soprattutto grazie al compost e al riciclo di materiale di potatura.

Da un punto di vista biologico i sistemi sostenibili favoriscono una maggiore complessità genetica, funzionale e metabolica della microflora del suolo.

26. MICRORGANISMI IN ORTOFRUTTICOLTURA E “BIOFERTILIZZANTI”

Nella comunità microbica rizosferica, un ruolo fondamentale per la sostenibilità delle produzioni ortofrutticole è svolto dai microrganismi endofitici radicali (funghi micorrizici) e da gruppi microbici rappresentati da “batteri rizosferici promotori della crescita delle piante ad attitudine facoltativa”.

Nella rizosfera si creano complesse interazioni fra la componente biotica ed abiotica, tali da creare modifiche chimiche e fisiche del suolo favorevoli all'accrescimento delle colture. I microrganismi intervengono nella regolazione dei cicli biogeochimici degli elementi della fertilità migliorando lo stato fisiologico e la sanità delle piante.

Funghi micorrizici

Sulla base di criteri strutturali, funzionali e tassonomici, le micorrize sono classificate in ectomicorrize ed endomicorrize. Dal punto di vista agrario interessano le endomicorrize, ed in particolare le micorrize arbuscolari (AM).

Queste sono state trovate su numerose specie, ad eccezione delle Brassicacee e delle Chenopodiacee. Nonostante l'elevato numero di colture interessate alla colonizzazione delle micorrize AM, sono poche le specie fungine che instaurano questo tipo di simbiosi, e fra queste, quella più abbondante nel suolo è il *Rhizophagus irregularis* (Ex *Glomus intraradices* - Glomeromycota).

I funghi arbuscolari sono considerati “fertilizzanti biologici” o “biofertilizzanti”.



Fig. 26.1 Confronto apparati radicali micorrizzati (a sinistra) e non (a destra)

PGPR endofiti non fitopatogeni

La microflora batterica della rizosfera capace di fornire beneficio allo sviluppo delle piante si inquadra in due gruppi:

- Simbionti azotofissatori: *Rhizobium spp.*
- Associativi diazotrofici liberi e/o rizosferici. Alcuni di questi batteri associativi possono agire come *Plant Growth Promoting Rhizobacteria-Rizobatteri promotori della crescita delle piante (PGPR)*.

I PGPR possono promuovere direttamente la crescita vegetale tramite:

- Sintesi di fitormoni, tra cui l'acido indolacetico.
- Secrezione di siderofori chelanti in grado di favorire la chelazione e l'assorbimento del ferro.
- Solubilizzazione di elementi poco solubili (es. il fosforo).
- Attività azotofissatrice.
- Attività metabolica a carico della sostanza organica, che favorisce così la mineralizzazione dei nutrienti minerali.
- Produzione di antibiotici (batteriocine e altri metaboliti secondari, utili per il controllo biologico dei fitopatogeni).

Benefici dei funghi AM e dei PGPR endofiti facoltativi non patogeni

Gli effetti positivi derivanti dalla simbiosi micorrizica e dall'interazione dei PGPR con le piante sono riconducibili a :

- Miglior assorbimento degli elementi nutritivi non prontamente disponibili per le piante (es. fosforo, ferro, ecc.).
- Tolleranza a stress abiotici (es. stress idrico e salino).
- Detossificazione degli elementi potenzialmente tossici.
- Miglioramento della struttura del terreno, con formazione di aggregati di particelle minerali (micorrize).
- Miglioramento delle qualità organolettiche dei prodotti (es. aumento antiossidanti, riduzione dei nitrati, ecc.).

Il fosforo è un elemento nutritivo molto importante per le piante. Esso rientra nella sintesi dell'ATP, ADP, NADP, degli acidi nucleici, della fitina e dei fosfolipidi.

Nel terreno, il fosforo si trova spesso in forme difficilmente assimilabili dalla pianta (organico o inorganico insolubile combinato a ioni calcio).

Le piante micorizzate sono in grado di trasformare le forme di fosforo organico in inorganico grazie al rilascio nel suolo di enzimi specifici come le fosfatasi acide.

Anche se le piante sono capaci di influenzare la disponibilità di fosforo per

l'assorbimento (es. rilascio di acido ossalico da parte delle radici che precipita il calcio come ossalato, rendendo così disponibile il fosforo), alcuni batteri PGPR (*Pseudomonas* spp.; *Bacillus* spp.; *Burckholderia* spp.) possono migliorare la dotazione rizosferica di fosforo grazie alla produzione di fitasi (enzima ad attività fosfatasi) e di diversi acidi organici (acetato, lattato, ossalato, succinato, ecc.) capaci di "sbloccare" il fosforo precipitato come fosfato tricalcico.

Alcuni PGPR (es. *Pseudomonas* spp.) hanno la capacità di produrre siderofori che presentano una forte affinità con gli ioni ferro (complesso ferrosideroforo), migliorandone così l'assorbimento da parte della pianta.

Varie prove sperimentali hanno verificato che l'efficacia applicativa può essere ulteriormente migliorata combinando micorrize e PGPR in formulazioni inoculanti miste. In generale, gli effetti benefici dei funghi micorrizici arbuscolari e dei PGPR aumentano qualità e quantità delle produzioni agrarie, contribuendo significativamente alla sostenibilità dell'ambiente (migliore impiego di mezzi tecnici e costi di produzione inferiori).

27. BIOCHAR

Il biochar è un carbone vegetale che si ottiene dalla pirolisi di diversi tipi di biomassa vegetale (es. stoppie di mais, potature, fogliame secco, mallo di mandorle, ecc.). La pirolisi permette di ottenere due tipi di prodotto: un gas (syngas), con un potere calorifico pari al GPL, e il biochar o carbone vegetale.

Il sottoprodotto della pirolisi è il biochar (90% di contenuto di carbonio) che, se applicato ai suoli, è un eccellente ammendante. La sua alta porosità aumenta la ritenzione idrica e quella degli elementi nutritivi che rimangono più a lungo disponibili per le piante; migliora inoltre la struttura del terreno e le sue proprietà meccaniche (Chan et al., 2007). Molti studi hanno già dimostrato l'impatto positivo dell'applicazione del biochar sulle rese agricole diminuendo il fabbisogno di acqua e fertilizzanti (Nishio, 1996; Hoshi, 2001; Lehmann et al., 2003; Yamato et al., 2006; Chan et al., 2007; Rondon et al., 2007; Baronti et al. 2010; Vaccari et al. 2011).

La struttura compatta del biochar permette a questo prodotto di non essere degradato dai microrganismi del suolo e quindi di stoccare carbonio invece che farlo tornare all'atmosfera sotto forma di CO₂ come nel caso del compost o dell'abbruciamento dei residui di potatura (Kuhlbusch et al., 1996; Lehmann et al., 2002, Harris e Hill, 2007). Secondo Yanai et al. (2007), l'impiego di biochar sui terreni agricoli permette di diminuire le emissioni di N₂O dal suolo, gas a effetto serra con un Global Warming Potential 296 volte maggiore della CO₂ (IPCC, 2001).

Principali vantaggi dell'impiego del biochar in agricoltura

- Aumento della micro e macroporosità dei suoli e della ritenzione idrica con miglioramento della stabilità della struttura dei terreni.
- Riduzione della lisciviazione dei nutrienti.
- Incremento del pH nei suoli acidi.
- Incremento della disponibilità di elementi nutritivi grazie alla sua elevata capacità di scambio cationico.
- Riduzione delle perdite di azoto (N) per denitrificazione.
- Aumento della colonizzazione delle radici da parte di micorrize.
- Incremento delle comunità microbiche “benefiche” o promotrici di crescita delle piante appartenenti ai generi *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Mesorhizobium* e *Trichoderma*.

Recenti studi hanno messo in evidenza un altro importante effetto positivo del biochar sulle piante, ovvero un incremento della resistenza verso patogeni e fitofagi.

Diversi sono i meccanismi ipotizzati, tra cui il miglioramento dello stato nutrizionale delle piante, lo sviluppo di comunità microbiche antagoniste di microrganismi fitopatogeni e l'attivazione del meccanismo di Resistenza Sistemica Indotta o ISR (Induced Systemic Resistance).



Fig. 27.1 Biochar

28. SCHEDE DI CONCIMAZIONE-COLTURE FRUTTICOLE

Premessa

Per la concimazione, come per tutte le operazioni colturali, non esistono soluzioni valide per ogni situazione. La determinazione delle dosi e delle modalità ottimali può essere fatta solo esaminando caso per caso tutti i fattori ambientali ed agronomici e, in particolare, disponendo di una accurata analisi del terreno e delle foglie.

Tra i principali fattori influenti sulla concimazione vanno ricordati:

- Le caratteristiche della specie (varietà, portinnesti, età), ovvero i fabbisogni di elementi nutritivi che una specifica coltura richiede per una determinata resa di riferimento.
- Le condizioni del terreno, intese sia come disponibilità di elementi che di possibili perdite e/o insolubilizzazioni.
- Le pratiche colturali adottate, in particolare l'irrigazione e il tipo di conduzione del terreno (lavorazione superficiale o inerbimento), le fertilizzazioni organiche che si intendono praticare ed il loro apporto nutritivo, ecc.
- L'andamento climatico e la disponibilità di acqua.

Con la concimazione di produzione bisogna partire da un concetto base che è quello di una ragionevole gestione delle risorse naturali, finalizzate all'ottenimento di produzioni di qualità, rispetto dell'ambiente e razionalizzazione delle risorse economiche, in accordo con quanto previsto dal PAN "Piano d'Azione Nazionale" della Direttiva 128/2009/CE.

Si evince subito come la concimazione costituisca un aspetto tecnico molto complesso.



Schema per il calcolo della concimazione "ottimale"

Generalità sulla fertilizzazione delle colture arboree da frutto

Qualità del suolo

Un'analisi del profilo permette di esaminare gli strati successivi del terreno, al fine di individuare la profondità degli orizzonti esplorabili dalle radici, la natura degli orizzonti più profondi (impermeabile, drenante, ecc.), la presenza di zone umide, lo stato di degradazione della sostanza organica, ecc.

Un'analisi fisico-chimica mette in evidenza gli elementi determinanti per lo sviluppo delle colture: tessitura, pH; CSC, riserve minerali, tasso di sostanza organica, ecc.

La sintesi e l'interpretazione di questi dati permette di decidere su eventuali correzioni da apportare e di scegliere i portinnesti ed i sistemi di irrigazione più adatti.

Profondità

La presenza di uno strato arabile di 50-70 cm favorisce lo sviluppo delle radici. A media profondità, la presenza di un orizzonte poco permeabile può creare fenomeni di asfissia, mentre terreni sabbiosi necessitano di una più regolare alimentazione idrominerali.

Sostanza organica

In generale, per le colture arboree da frutto è necessario che il tenore di sostanza organica nel suolo sia superiore a 15-20 g/kg (1.5-2.0%).

Il rapporto carbonio/azoto (C/N) è un indicatore della sostanza organica e della sua evoluzione:

- Un livello fra 8 e 11 è normale;
- Valori inferiori a 8 evidenziano un'evoluzione rapida delle trasformazioni o un'assenza di apporti da diversi anni;
- Valori maggiori di 11 indicano un'evoluzione lenta o un suolo asfittico, oppure recenti apporti massivi.

Un ammendante con un rapporto C/N compreso fra 8 e 11 è favorevole alla produzione di humus.

Tasso di distruzione annua della sostanza organica in base al tipo di terreno

Presenza calcare	Tipo di terreno	Tasso di distruzione
Non calcareo o calcare < 15%	Sabbioso	2,5%
	Sabbioso-limoso	2%
	Sabbioso-argilloso	Da 1,5% a 1,2%
	Limoso	Da 1,5% a 1,2%
	Argilloso-sabbioso	Da 1,5% a 1,2%
Calcareo	Argilloso	1%
	15% < CaCO ₃ < 50%	Da 0,8% a 0,6%
	50% < CaCO ₃	Da 0,8% a 0,6%

(Fonte CTIFL)

Decomposizione della sostanza organica

Tenore in carbonio (C)	Rapporto C/N	Evoluzione
Basso (ricco in cellulosa)	Basso	Decomposizione rapida. Produzione di azoto
Elevato (ricco in lignina)	Elevato	Decomposizione lenta. Buon rendimento in humus stabile

(Fonte CTIFL)

Capacità di scambio cationica

Può essere definita come la capacità del suolo di “mettere in riserva” gli elementi minerali necessari per la piante.

La CSC rappresenta la somma dei cationi scambiabili del complesso adsorbente: Ca^{++} , K^{+} , Mg^{2+} e Na^{+} .

Quantità e tipologia delle argille, combinate al tenore di sostanza organica, determinano la CSC, il cui valore può variare fra 6 e 30 cmol/kg.

Più il valore è basso, più la fertilizzazione deve essere frazionata.

Disponibilità degli elementi minerali in base al pH

pH	Elementi minerali	Interventi agronomici
<6	Meno assimilabili. Rischi di carenza per N, K, S, Mg, P, Ca	Calcitazione
6-7	Buona assimilabilità, tranne per Mg. Attività biologica ottimale. Rischi di lisciviazione per il calcio	Inerbimento Mantenimento della quota di calcio
>7.5	Se il calcare attivo è elevato, rischi di clorosi ferrica, accentuata dall'umidità. Retrogradazione dei fosfati	Concimi acidificanti Correzione in oligoelementi Concimazione fosfatica di mantenimento

(Fonte: CTIFL)

Concimazione di fondo

Le analisi del suolo consentono di conoscere il livello dei differenti elementi nutritivi; eventuali correzioni devono tener conto della tessitura e della CSC.

Durante la coltivazione, le analisi fogliari permettono di procedere ad eventuali “rettifiche”.

Eventuali correzioni di potassio e magnesio (elementi molto mobili nei terreni sciolti) devono essere programmate previa valutazione della sostanza organica/argilla/pH; in generale sono da preferire concimazioni di mantenimento rapidamente assimilabili.

Nei terreni acidi o calcarei si può avere retrogradazione dei fosfati. In questi casi è da preferire una correzione del pH (suoli acidi) e concimazioni di mantenimento nei terreni calcarei.

I microelementi, in genere, non destano preoccupazioni. Le carenze indotte sono dovute ad assorbimenti difettosi da parte delle radici (es. asfissia), antagonismi minerali, eccesso di calcare attivo, ecc. Eventuali correzioni vengono effettuate con concimazioni fogliari. In alcuni casi si possono avere eccessi di oligoelementi, ed in particolare di rame.

Ciò accade generalmente in suoli acidi, poveri in materia organica, leggeri e dopo la coltivazione di vigneti; in casi gravi si può avere blocco della crescita delle radici e clorosi per scarso assorbimento di ferro e manganese.

In genere, il rame tende a residuare in superficie, per cui sono da evitare eccessivi rivoltamenti del terreno e irrigazioni che ne favorirebbero la migrazione in profondità; possono risultare invece utili apporti di sostanza organica allo scopo di fissare l'elemento.

Potere acidificante o alcalinizzante dei concimi

Concimi alcalinizzanti	Efficacia (Guadagno in kg di CaO per 100 kg di concime)	Concimi acidificanti	Efficacia (Perdita in kg di CaO per 100 kg di concime)
Calcio cianamide	+46	Ternario tipo 17-17-17	-21
Scorie Thomas	+42	Nitrato ammonico	-33
Nitrato di sodio	+17	Fosfato ammonico	-38
Fosfato bicalcico	+14	Urea	-46
Nitrato di potassio	+14	Solfato ammonico	-61
Fosfati naturali teneri	+7	-	-

(Fonte: COMIFER. Adattato)

Ruolo e fabbisogno degli elementi minerali

Gli elementi minerali vengono assorbiti dalle piante come ioni dissociati in acqua; numerosi parametri ne influenzano la disponibilità nel terreno:

- Struttura del suolo (areazione, porosità, stato di ossidoriduzione, ecc.).
- pH.
- Temperatura e condizioni climatiche.
- Riserve della pianta (anni precedenti).
- Ecc.

Riserva di elementi minerali nella pianta. % nelle foglie dell'anno precedente

ELEMENTO	% dalle foglie dell'anno precedente
Azoto	40-60
Fosforo	10-30
Potassio	5-20
Calcio	15-40
Magnesio	40-65
Boro	30-60
Zinco	25-40
Manganese	15-35
Ferro	15-35

(Fonte: CTIFL. Adattato)

Azoto

Funzioni nella pianta: è indispensabile per la sintesi degli amminoacidi e delle proteine; stimola la crescita vegetativa e l'ingrossamento delle gemme a fiore, migliora la fecondazione e l'allegagione e favorisce la crescita dei frutti.

Carenze: si manifestano con basse temperature del suolo, tasso di materia organica basso, lisciviazione, mancanza di riserve nell'albero in primavera, deficit idrico ed igrometrico e in casi di lisciviazione.

Eccessi: comportano eccessivo vigore della pianta, cattiva areazione della chioma, mancata colorazione dei frutti e ritardo di maturazione, scarsa resistenza al freddo, maggiore suscettibilità a patogeni, problemi di induzione florale e lignificazione, antagonismo con altri elementi.

Il frazionamento temporale dell'azoto è più importante delle necessità annuali. Le riserve accumulate l'anno precedente giocano un ruolo fondamentale sulla differenziazione a fiore e sullo sviluppo dei giovani germogli. Al germogliamento e durante la fioritura i bisogni sono coperti dalle riserve. Nel corso della crescita dei rami e dell'ingrossamento dei frutti, i fabbisogni rappresentano il 60% delle esigenze annuali. In estate, e dopo la raccolta, gli apporti sono ancora essenziali

per lo sviluppo vegetativo, per l'accrescimento cambiale e la messa in riserva. In questo periodo viene assorbito il 40% del totale annuo.

Fosforo

Funzioni nella pianta: interviene nella respirazione e nelle reazioni di ossidoriduzione, favorisce lo sviluppo degli apparati radicali, aumenta la resistenza alle malattie e alla siccità, migliora l'allegagione, favorisce l'assorbimento del calcio da parte dei giovani frutti, ecc. Le riserve accumulate nella pianta nell'anno precedente sono molto basse, ma fondamentali per una buona allegagione.

Carenze: si manifestano nei terreni calcarei o acidi (retrogradazione). Scarso assorbimento si ha in presenza di ridotta crescita radicale o con anomalie di porosità.

Potassio

Funzioni nella pianta: favorisce la fotosintesi, la sintesi degli zuccheri e delle proteine, diminuisce la traspirazione, interviene nella divisione cellulare, regola la turgescenza delle cellule, favorisce il trasferimento delle sostanze minerali ed organiche nella pianta, ecc.

Carenze: si manifestano in caso di lisciviazione invernale, nei terreni drenanti, non irrigui, con carenze idriche, nei suoli eccessivamente argillosi, con eccessi di calcio, magnesio o sodio.

Eccesso: si hanno consumi "di lusso" a discapito di altri elementi (Ca-Mg, ecc.), azione negativa sull'assorbimento delle proteine (soprattutto in carenza di azoto), scarso assorbimento del boro.

Calcio

Funzioni nella pianta: indispensabile per lo sviluppo vegetativo della pianta, funge da coenzima messaggero, regola l'assorbimento di potassio, magnesio e sodio, migliora la struttura delle pareti cellulari (pectine), ecc.

Carenze: si manifestano in suoli acidi e decalcificati, con eccessi di azoto, potassio, magnesio, sodio e in presenza di carenze di boro.

Eccessi: possono penalizzare la maturazione e la colorazione.

Magnesio

Carenze: si hanno con eccessi di potassio, di calcio, di manganese e di azoto ammoniacale (in suoli acidi). Perdite per lisciviazione sono frequenti in terreni

leggeri e sabbiosi.

Eccessi: si riduce l'assorbimento del calcio e del potassio.

Ferro

Carenze: si hanno nei casi di pH del terreno elevato, calcare attivo importante, eccesso di fosforo e manganese, forte salinità e saturazione idrica, portinnesti sensibili, ecc.

Boro

Attivo nei processi di germinazione del polline e formazione delle membrane cellulari. Favorisce il trasferimento e l'utilizzo degli zuccheri.

Carenze: si hanno nei casi di pH elevati o troppo bassi, calcare attivo importante, siccità, suoli sabbiosi, ecc.

Tipo di fertilizzante azotato

La scelta della forma nitrica o ammoniacale è legata al tipo di terreno (acido o alcalino), ma si possono avere anche notevoli modificazioni del comportamento degli alberi in termini di metabolismo, di consumi idrici e di assorbimento di nutrienti, che comportano effetti sulla vegetazione, sulla produzione e sulla qualità dei frutti.

Gli alberi giovani di melo, albicocco e pesco (nettarine) assorbono preferenzialmente azoto in forma ammoniacale durante tutta la stagione vegetativa (C. Giulivo, 1994); lo stesso vale in generale per gli alberi in produzione, ma nelle nettarine e soprattutto nell'albicocco, verso la parte finale della stagione viene preferita la forma nitrica.

L'azoto ammoniacale in luglio-agosto può incrementare notevolmente il numero delle gemme a frutto, ma bisogna evitare somministrazioni continue che non sempre si riflettono positivamente sulla produzione (es. incremento della cascola pre-raccolta).

Verso la fine della stagione, la forma ammoniacale, oltre che essere meno dispendiosa dal punto di vista energetico, consente una crescita più controllata e una migliore maturazione del legno, oltre che fungere da stimolo per la differenziazione a fiore.

SCHEDE DI CONCIMAZIONE-COLTURE FRUTTICOLE

Actinidia, agrumi, albicocco, ciliegio, fico, fragola, kaki, mandorlo, melo, melograno, nocciolo, noce, olivo, pero, pesco, vite.

SCHEDE DI CONCIMAZIONE-COLTURE AGROINDUSTRIALI

Barbabietola da zucchero, colza, girasole, grano, mais, orzo, soia, sorgo

SCHEDE DI CONCIMAZIONE-COLTURE ORTICOLE

Asparago, brassicacee, carciofo, carota, cetriolo, cipolla/aglio, cocomero, fagiolo, fava, finocchio, lattughe, melanzana, melone, patata, peperone, pisello, pomodoro, spinacio, zucchini

ACTINIDIA

Il pH ottimale del terreno varia fra 5.5 e 7.4; in terreni con pH maggiore di 7.5-7.7 si possono avere problemi di clorosi. La salinità dovrebbe essere inferiore a 2 mS/cm.

Temperature estive elevate, abbinate a bassa umidità dell'aria e a carenza idrica nel terreno, possono causare disseccamento della lamina fogliare (brusone).

In presenza di deficit idrici nelle fasi sensibili di sviluppo del frutto (prime 6-7 settimane dall'allegagione), si può avere scarso accrescimento dei frutti e dei germogli e ridotto accumulo di elementi minerali, specialmente di quelli poco mobili come il calcio (risvolti negativi sulla qualità dei frutti).



Range dei vari parametri del terreno per actinidia

Elemento	Unità di misura	Minimo	Limiti ottimo	Massimo
pH		5,6	6,2	7,5
Argilla	%	10	30	40
Lime	%	20	25	30
Sabbia	%	30	45	60
Calcare totale	%	0	3	10
Calcare attivo	%	0	1	5
Sostanza Organica	%	1	4	10
N totale	ppm	0,9	3	5
P ₂ O ₅	ppm	35	50	75
K ₂ O	ppm	85	150	250
CaO	ppm	3000	4000	7000
Mg ass.	ppm	250	350	500
Mn ass.	ppm	4	8	15
Fe	ppm	35	50	100
Cu	ppm	3	10	15
Zn	ppm	2	8	10
B	ppm	0,8	1,2	1,5
CSC	ppm	25	35	50
Ca	%	80	85	90
Na	%	1	3	5
K	%	5	10	15
Mg	%	5	10	15
Ca/Mg	rapp	8	15	25
Ca/K	rapp	7	10	20
Mg/K	rapp	1	3	5

(Fonte: L'actinidia e la sua coltivazione in Calabria. A.R.S.A.C.-Dott. Rosario Di Leo)

Esigenze minerali

Nel calcolo delle esigenze nutritive è necessario considerare la quantità di elementi assorbiti dal suolo e fissati nei vari organi della pianta, e di quelli recuperati dalle foglie, dal materiale di potatura, dai frutti diradati, ecc. In caso di inerbimento bisogna conteggiare anche gli apporti derivanti dagli sfalci.

Del materiale apportato al suolo si considerano recuperati per intero gli elementi poco mobili (P-K-Ca-Mg), mentre per l'azoto si valuta un recupero del 65% (fino all'80-90%). Ai fini di una gestione sostenibile del frutteto, ogni applicazione di concime minerale (in particolare di azoto) deve essere subordinata alla verifica della disponibilità di azoto (in forma nitrica) nei primi 50 cm del suolo (derivante dalla mineralizzazione della sostanza organica). Un livello di nitrati fra 15 e 20 ppm può ritenersi ottimale; al disotto di 15 ppm è necessario intervenire secondo le dosi programmate nel piano di fertirrigazione.

Concimazione di impianto

Viene fatta prima dell'aratura del terreno. In questa fase occorre privilegiare l'arricchimento del suolo in sostanza organica ricorrendo, nell'annata dell'impianto, ad un sovescio di leguminose concimato con 20-30 kg/ha di azoto, oppure all'interramento di letame maturo su tutta la superficie, approssimativamente alla dose di 50 tonnellate per ettaro.

Importante è l'interramento dei concimi organici, poiché tali composti tendono a migliorare la struttura fisica del suolo interessando buona parte del profilo della lavorazione; si ha altresì un arieggiamento ed un conseguente aumento dell'attività microbiologica. Attraverso la mineralizzazione della sostanza organica si rendono disponibili gli elementi nutritivi per le piante.

Per i minerali come il fosforo e il potassio, il loro interramento rappresenta un aspetto fondamentale se si considera il fatto che questi due elementi vengono trattenuti dal potere adsorbente del terreno; l'azoto, essendo molto mobile, si perde per dilavamento e, pertanto, non è opportuno procedere all'utilizzo di concimi azotati durante la fase di preparazione del terreno, ma eventualmente si può posticipare la somministrazione al momento dell'impianto.

La localizzazione del concime nella buca può migliorare l'attecchimento e la rapida ripresa vegetativa; è necessario evitare eccessi e contatti diretti con l'apparato radicale. All'impianto è anche possibile arricchire il terreno di sostanza organica ricorrendo ad un sovescio di leguminose concimato con 20-30

kg/ha di azoto, oppure all'interramento di letame maturo su tutta la superficie, approssimativamente alla dose di 50 tonnellate per ettaro.

Dosi orientative di sostanza organica ed elementi minerali (P-K) da distribuire

Tipo di concime	Unità di misura	Quantità/Ettaro
Sostanza Organica	Quintali	8-12
Fosforo (come P2O5)	unità	200
Potassio (da solfato)	unità	200

Necessità di elementi minerali nei primi anni d'impianto

In generale, i quantitativi di elementi nutritivi per ettaro dipendono dal numero delle piante e dalla tecnica colturale. Dal punto di vista fisiologico, le piante giovani hanno esigenze diverse da quelle in produzione; esse necessitano soprattutto di azoto prontamente disponibile localizzato nei pressi dell'apparato radicale non ancora ben sviluppato; il consumo di fosforo e potassio è molto più ristretto. La concimazione con azoto deve avvenire precocemente, già a partire dal germogliamento dei tralci, e in misura frazionata, localizzando il concime in prossimità degli apparati radicali delle piante.

I quantitativi asportati annualmente possono variare fra 4-36 kg/ha per l'azoto; 1 (I anno)-5(III anno) kg/ha per il fosforo (P) e 2.5 (I anno)-30 (III anno) kg/ha per il potassio (K). Indicativamente, il quantitativo da apportare nel 1° anno sarà di circa 20-25 grammi di azoto per pianta (corrispondente a 100 grammi di nitrato ammonico per pianta); nel secondo anno il quantitativo dell'elemento va aumentato a 50-60 grammi per pianta; nel terzo anno si apporteranno 70-80 grammi per pianta. In relazione alle disponibilità idriche, la distribuzione dei concimi azotati si dovrà effettuare periodicamente dall'inizio di febbraio-marzo in due o tre volte. Nei primi due-tre anni, le concimazioni devono essere distribuite sulle file nell'area in cui si trovano localizzati gli apparati radicali ancora poco sviluppati. Negli anni successivi, in seguito all'estensione dell'apparato radicale delle piante, i fertilizzanti vanno distribuiti su tutta la superficie.

Necessità di elementi minerali in piena produzione

A partire dal 6°-7° anno dall'impianto, la coltura entra nella fase di piena

produzione. La concimazione di produzione deve mantenere nel terreno una disponibilità nutritiva proporzionale alle esigenze della pianta nelle diverse fasi fenologiche, per ottenere un equilibrio tra attività vegetativa e produttiva.

La quantificazione delle dosi da distribuire dovrebbe basarsi su bilanci nutritivi (entrate/uscite), in modo da distribuire solo il deficit di elementi realmente asportati dalla pianta. È altresì necessario considerare l'andamento dell'assorbimento degli elementi nutritivi e gli eventuali apporti derivanti dall'acqua di irrigazione.

Ecofisiologia degli assorbimenti minerali

Azoto

La richiesta di tale elemento è particolarmente elevata dal germogliamento fino alle prime settimane di luglio, e nelle prime fasi di sviluppo dei frutti.

Nelle prime settimane dal germogliamento, una quota di circa il 60% dell'azoto totale richiesto per la crescita di foglie e germogli deriva dalla mobilitazione dell'azoto immagazzinato nelle radici; pertanto, è consigliabile rinviare il primo intervento fertilizzante con azoto (N) di 3-4 settimane rispetto alla data di germogliamento.

Entro le prime 2 settimane di luglio, l'impianto utilizza circa 80 unità di N, pari al 70% del totale annuo. È necessario garantire gli apporti azotati anche nella tarda stagione, al fine di ricostituire le riserve che saranno indispensabili per la corretta ripresa vegetativa dell'anno successivo. Le quantità consigliate negli impianti specializzati sono intorno a 80-150 kg di N/ha.

I concimi azotati devono essere distribuiti annualmente in modo frazionato. Quanto più frazionato sarà l'apporto, tanto più efficiente sarà la risposta della pianta; si interviene dal pre-germogliamento fino all'allegagione con 3-4 applicazioni ogni 20 giorni. È da evitare la distribuzione tardiva di concimi azotati oltre il mese di giugno-luglio, per non compromettere la qualità commerciale del prodotto (rammollimento precoce, maggiore sensibilità ai patogeni fungini, scarso sapore).

Fosforo

Le asportazioni sono limitate. In caso di normale dotazione di fosforo, si distribuiscono 30-40 kg/ha di P_2O_5 ogni 3-4 anni.

Potassio

I frutti accumulano potassio in modo graduale e costante. Il 40-50% si accumula nelle 5-6 settimane dopo la fioritura; il restante 50-60% nel periodo che inizia 6-7 settimane dopo la fioritura (indicativamente 15-20 luglio) e prosegue fino alla raccolta.

Nelle foglie, il potassio è accumulato con rapidità durante le prime fasi successive al germogliamento (dalla 3^a-4^a settimana dopo il germogliamento sino alla fase di fioritura-allegagione). Le quantità consigliate variano fra 50-150 kg/ha.

Fosforo e potassio vengono distribuiti in una unica soluzione a fine inverno.

Calcio

Il 70-80% è accumulato nei frutti nelle prime 6-7 settimane dall'allegagione. È buona norma applicare i trattamenti fogliari alle prime settimane dopo la fioritura, quando gli strati più esterni del frutto sono ancora vitali e non suberificati.

Magnesio

Si accumula essenzialmente nelle foglie (75%) in modo costante fino alla metà di agosto.

Quantitativi consigliati per un frutteto equilibrato (produzione media 35 t/ha)

ELEMENTO	APPORTI INDICATI
AZOTO	60 - 80 kg/ha
FOSFORO	30 - 40 kg/ha
POTASSIO	70 - 100 kg/ha

I dosaggi riportati in tabella potranno essere modificati in funzione della vigoria, delle dotazioni del terreno (acque irrigazione) e della produzione del singolo appezzamento, al fine di raggiungere un ottimale equilibrio vegeto-produttivo, che consente di ottenere frutta di buona qualità.

Fertirrigazione

È fondamentale valutare l'apporto di elementi minerali provenienti dalle acque irrigue. Ad esempio, se con un'acqua si apportano 50 mg/l di ione calcio, in totale con 5.000 m³/ha di acqua si apporteranno 250 kg/ha di Ca⁺⁺, che corrispondono

a 350 kg/ha di CaO (circa 1.350 kg di nitrato di calcio). Un'acqua contenente 11 mg di azoto per litro apporterà circa 110 kg di azoto per ettaro (10.000 m³ di acqua di irrigazione). Con la fertirrigazione è possibile ridurre anche del 30% la quantità di azoto e di potassio consigliata nella distribuzione a pieno campo. La distribuzione del potassio mediante fertirrigazione offre numerosi vantaggi, legati soprattutto ad una maggiore mobilità dell'elemento nella zona esplorata dall'apparato radicale.

Nutrienti apportati con acqua di irrigazione supponendo un volume di 5.000 m³/ha

Contenido en el agua Nitratos / magnesio / calcio (mg/l)	Nitrógeno (kg N/ha)	Magnesio (kg MgO/ha)	Calcio (kg CaO/ha)
10	11	83	70
20	22	166	140
30	33	249	210
40	44	332	280
50	56	415	350
100	112	830	700
150	168	1245	1050
200	225	1660	1400

(Fonte: Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias)

Esempio di un piano di fertirrigazione

FASE	kg/ha settimana			N° settimane del periodo	Totale elementi fertilizzanti kg/ha		
	N	P	K		N	P	K
Fase 1 (dalla 2 ^a settimana di aprile alla fine di maggio)	2.5	0.5	2.2	6	15	3.0	13.2
Fase 2 (da giugno alla 2 ^a settimana di luglio)	8.5	1.0	7.5	6	51.0	6.0	45.0
Fase 3 (dalla 3 ^a settimana di luglio alla 1° di settembre)	2.5	-	2.0	7	17.5	-	14.0
				TOTALE	83.5	9.0	72.2

(Fonte: C. Xiloyannis) Fattori di conversione: P₂O₅= P*2.91; K₂O= K*1.205; CaO=Ca*1.399

Esempio di piano di fertirrigazione, con apporti settimanali, per l'actinidia in piena produzione (25 t/ha)

PERIODO	N P ₂ O ₅ K ₂ O MgO			
	Kg/ha			
1 ^a - 11 ^a settimana*	6	1	2	0,3
12 ^a -15 ^a settimana	5	0,4	2	0,3
16 ^a -19 ^a settimana	4	0,3	3,5	0,3
20 ^a -23 ^a settimana	3	0,3	3,5	0,3
Totale	120	16	60	7
* rottura gemme- allegazione				

(Fonte: D. Remorini." La fertilizzazione delle colture arboree")

Clorosi ferrica

La clorosi ferrica è imputabile a diversi fattori:

- pH del terreno elevato con presenza di ferro e manganese ossidati in forma non assimilabile per le piante.
- Elevato calcare attivo nel suolo.
- Terreni naturalmente poco dotati di ferro.
- Condizioni di asfissia radicale.
- Progressivi abbassamenti della sostanza organica.

Per ridurre la comparsa di clorosi in terreni pesanti si consiglia di curare il drenaggio delle acque, e di razionalizzare gli interventi irrigui per evitare fenomeni di ristagno e di asfissia. È da evitare l'impianto di actinidia in terreni particolarmente clorosanti, o vanno utilizzati portinnesti resistenti al calcare (tipo il D1).

Acidificazione del terreno: modificare il pH del terreno non è sicuramente una cosa semplice, ma in alcuni casi (terreni con contenuto di calcare attivo non troppo elevato), impiegando zolfo, si riesce ad acidificare la zona circostante le radici, e a migliorare l'assorbimento del ferro.

Nella pratica, lo zolfo viene distribuito sul terreno nella zona interessata dalle radici impiegando un quantitativo di circa 800-1.000 g di zolfo ventilato/pianta.

Sostanza organica: contribuisce ad aumentare il contenuto di sostanza organica nel suolo ed ha un effetto frenante sulla clorosi. Gli acidi umici presenti nella sostanza organica ben matura sono dei chelanti naturali del ferro ed inoltre, la loro reazione leggermente acida, ne facilita l'assorbimento.

Aggiunta del solfato di ferro al letame: questa pratica porta alla formazione

di chelati di ferro disponibili per la pianta. L'impiego del solfato di ferro su terreno calcareo o, con elevati valori di pH, è invece poco efficace, perché questo composto viene rapidamente insolubilizzato.

Utilizzo del solfato di ferro per via fogliare: ha un'efficacia paragonabile a quella dei chelati. L'impiego va fatto in prefioritura alla dose di 100 g/hl, con 3 interventi distanziati di 7-10 giorni; dosi maggiori possono provocare ustioni sulla vegetazione e imbrattamento dei frutti.

Impiego dei chelati di ferro: sono sostanze che contengono ferro in forme disponibili per la pianta, e possono essere assorbiti sia dalle radici che dalle foglie. Il loro impiego non risolve definitivamente il problema, perché tali prodotti curano i sintomi della clorosi ma non le cause, e dovranno perciò essere ripetuti alla ricomparsa dei sintomi. Distribuzione nel terreno: i chelati di ferro si decompongono rapidamente se esposti alla luce e, pertanto, devono essere interrati, oppure distribuiti con il palo iniettore. Se vengono distribuiti in superficie è necessario far seguire una irrigazione.

I chelati adatti all'impiego nel terreno sono quelli a base di EDDHA, stabili anche con pH elevati (fino a 8,5 - 9). Tali prodotti non sono invece idonei ad un impiego fogliare, perché costituiti da molecole di elevate dimensioni che vengono difficilmente assorbite dalle foglie.

Distribuzione per via fogliare: per questo tipo di impiego devono essere utilizzati prodotti a base di DTPA. L'efficacia è generalmente più pronta, ma meno duratura rispetto ai prodotti utilizzati per via radicale.

Caratteristiche dei più comuni agenti chelanti

Agente chelante	Stabilità a pH alti	Resistenza fotodegradazione	Efficacia trattamenti radicali	Efficacia trattamenti fogliari	Persistenza d'azione
EDDHA	buona	scarsa	buona	scarsa	buona
EDDHMA	media	scarsa	discreta	scarsa	scarsa
EDTA	scarsa	scarsa	scarsa	scarsa	scarsa
DTPA	scarsa	buona	scarsa	buona	discreta

(Fonte: "La coltivazione dell'actinidia in Trentino". Monografie ERSAT)

Allegati

Valutazione di un'acqua irrigua

Parametri	Molto buona	Buona	Accettabile	Mediocre	Non idonea
EC (mS/cm)	<0.3	0.3-0.8	0.8-2.0	2.0-3.0	>3.0
Sali disciolti (ppm)	<150	150-500	500-1.500	1.500-2.000	>2.000
Alcalinità (HCO ₃ ⁻ , meq/l)	<1.5	1.5-3.0	3.0-5.0	5.0-10.0	>10.0
Alcalinità (HCO ₃ ⁻ , ppm)	<100	100-190	190-315	315-630	>630
Na (% sali solubili)	<20	20-40	40-60	60-80	>80
B (ppm)	<0.1	0.1-0.7	0.7-1.5	1.5-3.5	>3.5

Caratteristiche dei fertilizzanti per fertirrigazione

Tipos de fertilizantes	Riqueza	Solubilidad (g/l) a 15-20°C	Reacción	pH agua a dosis de 0,5 g/l
NITROGENADOS				
Sulfato amónico	21-0-0	700	Ácida	5,5
Nitrato amónico	33,5-0-0	1500-1850	Ácida	5,6
Urea	46-0-0	700-1200	Ácida	6,0
Ácido nítrico	14-0-0	1000	Ácida	2,3
Nitrato cálcico	15,5-0-0	1300-2600	Ácida	6-7
Solución N-32	32-0-0	1100-1550	Ácida	5,8
FOSFORADOS				
Fosfato monoamónico	12-61-0	225-500	Ácida	4-5
Fosfato biamónico	18-46-0	300-400	Neutra-alcalina	5,0
Ácido fosfórico	0-54-0	1000	Ácida	3-4
POTÁSICOS				
Fosfato monopotásico	0-52-34	250	Alcalina	5-6
Nitrato potásico	13-0-46	250-400	Neutra-alcalina	6,5
Sulfato potásico	0-0-50	75-100	Ácida	4-6
Cloruro potásico	0-0-60	300	Neutra	5-6

(Fonte: Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias)

Guida alla interpretazione dei principali parametri di fertilità di un terreno

Determinazione	Perché è importante	Valori indicativi di riferimento
pH	Permette di conoscere la reazione chimica del terreno	6,5-7,5
Tessitura	Permette di risalire ai rapporti tra i diversi costituenti granulometrici (sabbia, limo, argilla) per permetterne una classificazione granulometrica	Tendenzialmente sciolto
Calcare totale	Permette di rilevare il contenuto totale in calcare	2-10%
Calcare attivo	Permette di rilevare la quantità di calcio, bicarbonato e carbonato di calcio maggiormente solubili nel terreno	< 10%
Sostanza Organica	Permette di rilevare il contenuto in sostanza organica, una delle componenti più importanti del terreno in quanto influisce sulla fertilità chimico-fisico-biologica	Da 1% per terreni sabbiosi a 3% per terreni argillosi
Azoto totale	Permette di rilevare la quantità totale di azoto; in genere è rappresentato per oltre il 98% da azoto di tipo organico che, per essere reso disponibile alle colture, deve subire il processo di mineralizzazione	-
Fosforo assimilabile	Permette di risalire alla quantità di fosforo disponibile per le colture	10-20 ppm (Olsen) 20-40 ppm (Bay-Kurtz)
Capacità di scambio cationico (C.S.C)	Permette di determinare la capacità di un terreno ad immagazzinare gli elementi dotati di carica positiva (cationi) in forma libera per la nutrizione delle piante (scambiabile)	Da 10 a 20
Potassio scambiabile	Rileva la frazione disponibile per l'assorbimento radicale	70-120 ppm con C.S.C. <10 100-200 ppm con C.S.C. da 10 a 20 150-300 ppm con C.S.C. >20
Sodio scambiabile	Rileva la frazione disponibile per l'assorbimento radicale	100 ppm
Calcio scambiabile	Rileva la frazione disponibile per l'assorbimento radicale	600-1800 ppm con C.S.C. <10 1500-3500 ppm con C.S.C. da 10 a 20 3000-6000 ppm con C.S.C. >20
Magnesio scambiabile	Rileva la frazione disponibile per l'assorbimento radicale	70-120 ppm con C.S.C. <10 100-180 ppm con C.S.C. da 10 a 20 150-300 ppm con C.S.C. >20

(Fonte: Disciplina di Produzione integrata dell'actinidia-Distretto agroalimentare di qualità del Metapontino. Regione Basilicata)

AGRUMI

I terreni per l'impianto dell'agrumeto devono essere di medio impasto, con un 15-20% di argilla, 15-20% di limo e 40-60% di sabbia.

Nei primi 2-3 anni i concimi vanno distribuiti poco oltre l'area di proiezione della chioma, in modo da interessare soltanto il volume di suolo esplorato



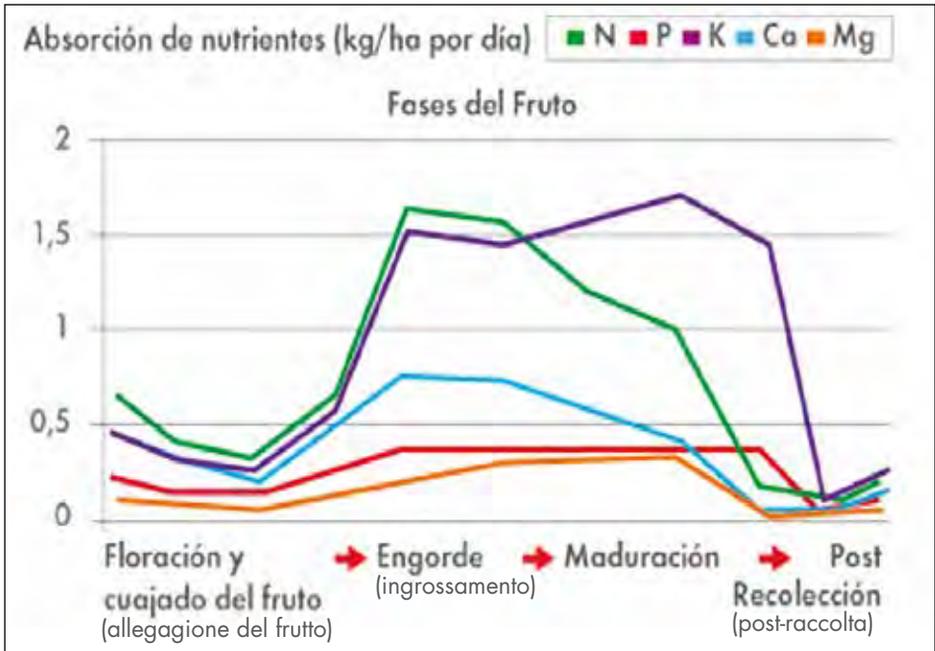
dalle radici. In relazione alle disponibilità idriche, la distribuzione dei concimi azotati si dovrà effettuare periodicamente dall'inizio della primavera in due o tre volte.

Valori di riferimento per definire la vocazionalità per suoli destinati ad agrumi

Determinazioni	Valori di riferimento			
	Molto basso	Basso	Normale	Alto
pH	<5,5	5,5-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5
Calcare attivo	<1	1-4	5-9	10-15
Conducibilità (mmhos/cm)	<0,2	0,2-0,4	0,41-0,7	0,71-1,2
N totale (%)	<0,07	0,07-0,12	0,13-0,18	0,19-0,24
Relazione C/N	<6	6-8	8,1-10	10,1-12
C. S. C.	<5	5-10	11-20	21-30
Ca%	<25	25-45	46-75	76-90
Mg %	<5	5-10	11-20	21-25
K%	<2	2-4	5-8	9-12
Na %	<1	1-2	3-9	10-15

(Fonte: Legaz e Primo-Millo; Agrifoglio-ALSIA)

Assorbimento di macroelementi. Agrumeto adulto



(Fonte: Manual de fertilizaci3n B. R. Garza Villareal)

L'analisi del suolo ha un valore più ridotto rispetto alla diagnostica fogliare, ma serve per conoscere le caratteristiche fisico-chimiche e lo stato di fertilità generale del suolo, importante soprattutto all'impianto.

Nell'analisi fogliare, le foglie vanno prelevate nel periodo metà settembre-metà novembre e, almeno un mese dopo l'ultima concimazione. Si raccolgono foglie di circa 5-7 mesi da rametti terminali non fruttiferi appartenenti al primo flusso primaverile.

In genere si preleva la 2^a-3^a o la 4^a foglia del rametto ad un'altezza fra 50 e 200 cm. Le tabelle di riferimento internazionali si sono rivelate utili anche negli ambienti agrumicoli italiani per le cultivar del gruppo Navel, clementine e per la "Valencia late".

Valori di riferimento per la diagnosi dello stato nutrizionale dell'arancio (% s.s.)

Elemento	Classi nutrizionali *				
	deficiente	basso	ottimale	alto	eccessivo
Azoto (%)	<2,20	2,20-2,39	2,40-2,69	2,70-2,80	>2,80
Fosforo (%)	<0,09	0,09-0,11	0,12-0,16	0,17-0,29	>0,30
Potassio (%)	<0,40	0,40-0,69	0,70-1,09	1,10-2,30	>2,30 **
Calcio (%)	<1,60	1,60-2,99	3,00-5,59	5,60-7,00	>7,00 **
Magnesio (%)	<0,16	0,16-0,25	0,26-0,69	0,70-1,20	>1,20 **
Zolfo (%)	<0,14	0,14-0,19	0,20-0,39	0,40-0,60	>0,60
Boro (mg/kg)	<21	21-30	31-100	101-260	>260
Ferro (mg/kg)	<36	36-59	60-129	130-250	>250 **
Manganese (mg/kg)	<16	16-24	25-200	300-500	>500 **
Zinco (mg/kg)	<16	16-24	25-100	110-300	>300 **
Rame (mg/kg)	<3,6	3,6-4,9	5-16	17-22	>22
Molibdeno (mg/kg)	<0,06	0,06-0,09	0,1-3,0	4-100	>100 **
Cloro (%)			<0,30	0,40-0,70	>0,70
Sodio (%)			<0,16	0,17-0,25	>0,25

* valori riferiti alla concentrazione degli elementi nutritivi sulla s.s. in foglie di 5-7 mesi di età prelevate su rametti terminali non fruttiferi del ciclo primaverile.
 ** valori stimati.

(Fonte: Embleton T.M., Jones W.W., Labanauskas C.H. and Reuther W. 1973. Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization. In: The Citrus Industry. Ed. W Reuther. University of California Div. Agric. Sciences, Berkeley, Ca.III:183-210)

Per le specie e varietà tipiche italiane sono state definite altre tabelle. Per le cultivar di nuova introduzione devono essere definiti nuovi standard di riferimento.

Valori di riferimento per la diagnosi dello stato nutrizionale azotato (% s.s.) di alcune specie e varietà coltivate in Italia

Specie e varietà	Classi nutrizionali *				
	deficiente	basso	ottimale	alto	eccessivo
ARANCIO					
<i>Tarocco, Moro, Sangui-nello</i>	<2,10	2,10-2,29	2,30-2,59	2,60-2,70	>2,70
<i>Tarocco nucellare</i>	<1,80	1,80-1,99	2,00-2,29	2,30-2,40	>2,40
<i>Limone</i>	<2,00	2,00-2,19	2,20-2,49	2,50-2,60	>2,60
<i>Bergamotto</i>	<1,80	1,80-1,99	2,00-2,29	2,30-2,40	>2,40

* valori riferiti alla concentrazione degli elementi nutritivi in foglie di 5-7 mesi di età prelevate su rametti terminali non fruttiferi del ciclo primaverile.

(Fonte: Intrigliolo F., Tittarelli F., Rocuzzo G., Canali S. ; Agrifoglio-ALSIA)

In generale, il clima gioca un ruolo importante sulla resa e sulle dimensioni dei frutti. Nelle zone più calde si producono normalmente frutti più grandi, che richiedono più azoto e meno potassio rispetto alle zone più fredde, dove i frutti sono più piccoli e necessitano di meno azoto e potassio. Per la corretta interpretazione dell'analisi fogliare bisogna considerare l'evoluzione storica, l'andamento climatico ed il carico produttivo.

Ecofisiologia degli assorbimenti minerali

Ad eccezione di K e Mg, la dinamica di accumulo dei nutrienti negli organi epigei in fase di sviluppo (frutti e germogli) segue quella della biomassa per gran parte della stagione. I dati suggeriscono che N, P e Ca dovrebbero essere disponibili nel suolo per l'assorbimento radicale delle piante di arancio da aprile ad ottobre, mentre l'assorbimento del K sembra esaurirsi in luglio, con una temporanea ripresa in ottobre e novembre. Il Mg dovrebbe essere disponibile per l'assorbimento sino a luglio-agosto. Da novembre a febbraio i quantitativi di nutrienti presenti nella chioma delle piante rimangono stabili o diminuiscono, indicando così che non si è verificato alcun assorbimento in questo periodo, ma è verosimile ipotizzare una traslocazione interna di nutrienti (N-K) agli organi perenni o ai frutti.

All'inizio del ciclo vegetativo, la capacità di assorbimento delle radici è limitata, mentre risulta alta la richiesta di nutrienti della pianta dovuta alla formazione di nuovi germogli.

Alla ripresa vegetativa, il contributo del ciclo interno dell'azoto può

rappresentare fino al 70% dell'intero fabbisogno della pianta; l'elemento, nel periodo estivo-autunnale, soddisfatte le esigenze fisiologiche e produttive della pianta, si accumula prevalentemente nelle foglie più vecchie, per essere poi rimobilizzato in primavera. Al fine di ridurre il rapido esaurimento delle riserve azotate nella pianta, le prime somministrazioni vanno effettuate fra fine inverno-inizio primavera (fine febbraio-marzo) ed un intervento successivo può essere posizionato ad allegagione avvenuta (fine luglio).

Apporti

Azoto: si consiglia di apportare il 40% alla ripresa vegetativa, il 40% dopo la cascola di giugno ed il restante 20% fine agosto - settembre per favorire la formazione delle gemme a fiore e la costituzione di un'adeguata riserva azotata.

Fosforo: fine estate-autunno (accumulo nelle radici). Pre-ripresa vegetativa.

Potassio: fine fioritura. Maturazione dei frutti.

1. Non è necessario apportare elementi nutritivi nel periodo invernale, in quanto i primi assorbimenti si verificano nel mese di aprile; pertanto, tutti gli apporti di fertilizzante prima di tale data non vengono utilizzati dalla pianta e vanno ad inquinare le falde (anche perché in questo periodo i terreni sono saturi di acqua).
2. Le esigenze primaverili vengono soddisfatte dalle riserve accumulate nella pianta nelle annate precedenti.
3. La quantità di fertilizzante deve essere considerata rispetto a tutte le variabili citate, quali fertilità del suolo, l'uso di acque irrigue con elementi nutritivi, il ciclo dei nutrienti, ecc.
4. N, P, e K hanno un comportamento abbastanza simile, anche se la distribuzione del K sarà effettuata in funzione dell'elevata domanda che si ha nel processo di fruttificazione; difatti, in questa fase si potranno apportare circa i 2/3 delle esigenze annuali.
5. L'apporto di microelementi deve essere effettuato per via fogliare ed in presenza di fenomeni di carenza, che vanno osservati nella stagione primaverile sulla nuova vegetazione.

(Fonte: C. Mennone- Agrifoglio. ALSIA.)

Necessità di elementi minerali in piena produzione

Per determinare le necessità annuali degli elementi nutritivi è fondamentale considerare la varietà, il portinnesto, il portamento della pianta (età e diametro

della chioma), lo sviluppo vegetativo, la produzione, ecc.

Le esigenze vanno valutate in ogni campo impostando un bilancio che tenga conto delle asportazioni e degli apporti derivanti dal terreno, dall'acqua di irrigazione e dal riciclo interno della pianta.

Le quantità determinate possono essere ridotte del 30% qualora si applichi la fertirrigazione.

Esigenze nutritive (in kg) di un agrumeto con una densità di impianto di 400 piante/ha e una produzione media di 30 t/ha.

Età anni	Asportazioni produzione e potatura			Consumi fisiologici		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2	-	-	-	4	0,3	2
6	41	4	26	44	4	18
12	84	7	55	156	4	68
Età anni	Riserve			Esigenze annuali		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2	10	5	9	3	0,3	1
6	13	6	11	58	6	32
12	13	7	12	140	18	87

(Fonte: Legaz e Primo-Millo; Agrifoglio-ALSIA)

I dosaggi riportati in tabella potranno essere modificati in funzione della vigoria, delle dotazioni del terreno e delle acque irrigazione, della produzione del singolo appezzamento, al fine di raggiungere un ottimale equilibrio vegeto-produttivo che consente di ottenere frutta di buona qualità.

Fertirrigazione

Esempio di distribuzione mensile di elementi in fertirrigazione (agrumeto adulto)

Elementi minerali (%)			
Mese	Azoto	Fosforo	Potassio
Marzo	10	10	7
Aprile	12	20	10
Maggio	15	15	13
Giugno	18	15	15
Luglio	20	15	25
Agosto	15	15	20
Settembre	10	10	10

(Fonte C. Mennone)

Esempio di fertirrigazione per un impianto in produzione (5*4 m). Agrumeto adulto

Mes	Nitrógeno (kg N/ha)	Fósforo (kg P₂O₅/ha)	Potasio (kg K₂O/ha)	Magnesio (kg MgO/ha)
Marzo	11,0	3,0	3,0	1,3
Abril	22,0	6,0	6,0	2,5
Mayo	33,0	9,0	9,0	3,8
Junio	48,4	13,2	18,0	5,0
Julio	39,6	10,8	24,0	4,3
Agosto	33,0	9,0	24,0	4,3
Septiembre	22,0	6,0	24,0	2,5
Octubre	11,0	3,0	12,0	1,3
Total	220	60	120	25

(Fonte: Ivia-Legaz e coll.)

Distribuzione mensile di fertilizzanti in un impianto a maturazione tardiva. Agrumeto adulto

Elemento	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
N	5	10	15	15	20	15	10	5	5
P₂O₅	5	10	15	15	15	15	15	5	5
K₂O	5	10	10	15	15	15	15	10	10
MgO	10	-	25	-	35	-	30	-	-
Fe	20	-	30	-	25	-	25	-	-

(Fonte: Ivia-Legaz e coll.)

Concimazione azotata AGRUMI (mandarino-simili)

<p>Note decrementi Quantitativo di AZOTO da sottrarre (-) alla dose standard in funzione delle diverse condizioni</p>	<p>Apporto di AZOTO standard in situazione normale per una produzione di: 20-30 t/ha.</p> <p>DOSE STANDARD 140 kg/ha di N;</p>	<p>Note incrementi Quantitativo di AZOTO che potrà essere aggiunto (+) alla dose standard in funzione delle diverse condizioni. Il quantitativo massimo che l'agricoltore potrà aggiungere alla dose standard anche al verificarsi di tutte le situazioni è di: 50 kg/ha</p>
<p>20 kg: se si prevedono produzioni inferiori a 20 t/ha; 20 kg: in caso di elevata dotazione di sostanza organica (linee guida fertilizzazione); 20 kg: nel caso di apporto di ammendanti nell'anno precedente; 20 kg: in caso di eccessiva attività vegetativa.</p>	<p>Nel caso di apporto di ammendanti nell'anno in corso l'azoto viene calcolato al 30%.</p>	<p>20 kg: se si prevedono produzioni superiori a 30 t/ha; 20 kg: in caso di scarsa dotazione di sostanza organica (linee guida fertilizzazione); 20 kg: in caso di scarsa attività vegetativa; 15 kg: in caso di forte lisciviazione dovuta a surplus pluviometrico in specifici periodi dell'anno (es. pioggia superiore a 300 mm nel periodo ottobre-febbraio).</p>
<p>Concimazione Azoto in allevamento: 1° anno: max 15 kg/ha; 2° e 3° anno: max 30 kg/ha; 4° anno: max 60 kg/ha.</p>		

(Fonte: Disciplinare di produzione integrata-Regione Basilicata)

Concimazione azotata AGRUMI (arancio-limone)

<p>Note decrementi Quantitativo di AZOTO da sottrarre (-) alla dose standard in funzione delle diverse condizioni</p>	<p>Apporto di AZOTO standard in situazione normale per una produzione di: 24-36 t/ha.</p> <p>DOSE STANDARD 120 kg/ha di N;</p>	<p>Note incrementi Quantitativo di AZOTO che potrà essere aggiunto (+) alla dose standard in funzione delle diverse condizioni. Il quantitativo massimo che l'agricoltore potrà aggiungere alla dose standard anche al verificarsi di tutte le situazioni è di: 50 kg/ha</p>
<p>15 kg: se si prevedono produzioni inferiori a 24 t/ha; 20 kg: in caso di elevata dotazione di sostanza organica (linee guida fertilizzazione); 20 kg: nel caso di apporto di ammendanti nell'anno precedente; 20 kg: in caso di eccessiva attività vegetativa.</p>	<p>Nel caso di apporto di ammendanti nell'anno in corso l'azoto viene calcolato al 30%.</p>	<p>15 kg: se si prevedono produzioni superiori a 36 t/ha; 20 kg: in caso di scarsa dotazione di sostanza organica (linee guida fertilizzazione); 20 kg: in caso di scarsa attività vegetativa; 15 kg: in caso di forte lisciviazione dovuta a surplus pluviometrico in specifici periodi dell'anno (es. pioggia superiore a 300 mm nel periodo ottobre-febbraio).</p>
<p>Concimazione Azoto in allevamento: 1° anno: max 15 kg/ha; 2° e 3° anno: max 30 kg/ha; 4° anno: max 60 kg/ha.</p>		

(Fonte: Disciplinare di produzione integrata-Regione Basilicata)

Allegati

Disponibilità di azoto da decomposizione della sostanza organica

Contenuto S. o. (%)	Azoto disponibile annualmente (kg/ha)		
	Sabbioso	Franco	Argillosa
0,5	10-15	7-12	5-10
1	20-30	15-25	10-20
1,5	30-45	22-37	15-30
2	40-60	30-50	20-40
2,5	0	37-62	25-50
3	0	0	30-60

(Fonte: C. Mennone; Agrifoglio-ALSIA)

Apporti di azoto con l'irrigazione

Apporti di azoto con acqua di irrigazione	
Conc. Ione nitrico (ppm)	kg N/ha
50	55
75	83
100	110
125	138
150	166

(Fonte: C. Mennone; Agrifoglio-ALSIA)

Fertilizzanti da applicare in base al tipo di terreno

Concime	T. poco calcareo	T. con molto calcare	T.acido	T. salino
Azoto	Nitrato ammonico Nitrato di calcio	Solfato ammonico Nitrosolfato ammonico Nitrato ammonico Urea	Nitrato ammonico Nitrato di calcio	Nitrato ammonico Nitrato di calcio Urea
Fosforo	Superfosfato di calcio	Fosfato biammonico	Fosforiti Scorie Thomas	Superfosfato di calcio Fosfato biammonico
Potassio	Solfato di potassio	Solfato di potassio	Nitrato di potassio	Nitrato di potassio

(Fonte: Legaz e Primo-Millo; Agrifoglio-ALSIA)

ALBICOCCO

Preferisce terreni permeabili, profondi, con buona disponibilità idrica, di medio-impasto o tendenzialmente sciolti, con pH 6.5-7.0

Il quantitativo di sostanza organica da ritenersi ottimale è dell' 1.5% per i suoli sabbiosi e del 2% per quelli argillosi. In pre-impianto si può distribuire fino a 80-100 t/ha di letame (sostanza fresca); in caso di ammendante misto, si scende a 40-50 t/ha (minore umidità). In presenza di dotazioni molto basse si interviene con somministrazioni annuali.



Asportazioni

Asportazioni medie di elementi nutritivi per un albicocchetto in piena produzione

Organo	S.S. (t/ha)	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)
Frutti	4.3	62.0	8.0	97.9	14.6	7.9
Foglie	3.8	62.8	4.5	75.8	54.3	18.7
Legno di potatura	3.2	36.4	4.5	19.8	42.0	7.0
Potatura verde	0.2	4.9	0.5	7.7	1.6	0.8
TOTALE	11.5	166.1	17.5	201.2	112.5	34.4

(Fonte: C. Xiloyannis, 1999)

Negli impianti in piena produzione, e nel caso il legno di potatura venga trinciato nel frutteto, le asportazioni di elementi nutritivi riguardano in massima parte la quota presente nei frutti.

I concimi azotati, gli unici veramente utili nella fase di allevamento, vanno somministrati in più volte, distanziati di almeno un mese. Nei primi due anni, il concime va localizzato nella fascia di terreno lungo il filare.

Concimazione di produzione

Il piano di concimazione dell'albicocco assomiglia a quello del pesco, con un primo intervento all'allegagione dei frutti (circa 3-4 settimane dopo la fioritura), distribuendo circa 30 kg/ha di azoto; successivamente, in fase di diradamento, si effettuerà un secondo apporto con circa 40 kg/ha. In post-raccolta si forniranno, infine, 30 kg/ha di azoto. Il quantitativo totale di azoto da distribuire annualmente (90-120 kg/ha) può variare in funzione della carica produttiva, dell'interramento o meno dei residui di potatura, ecc.

Il ricorso alla fertirrigazione consente di ridurre i quantitativi di elementi fertilizzanti da apportare (azoto in particolare).

La fertilizzazione fosfatica verrà effettuata ogni 3-4 anni in quantitativi di circa 40-50 kg/ha (in presenza di normale dotazione del terreno- 10-20 ppm di P).

L'elemento, in fertirrigazione, verrà distribuito nelle prime fasi dello sviluppo vegeto-produttivo, allo scopo di stimolare lo sviluppo delle radici.

Per il potassio, le asportazioni annuali risultano molto elevate. Nei suoli normalmente provvisti si prevedono, nella fase giovanile (primi 3-4 anni), somministrazioni annue di 40 unità per ettaro, da aumentare progressivamente fino ad arrivare a 100- 130 kg/ha nel caso di piante adulte in produzione. Carenze possono verificarsi in terreni molto sciolti. Una buona disponibilità dell'elemento migliora il colore della buccia e il contenuto zuccherino.

Le concimazioni fosfo-potassiche vanno effettuate a fine inverno, e devono essere seguite da una lavorazione leggera per favorirne l'approfondimento nel terreno.

Piano indicativo di fertilizzazione di un albicocchetto in piena produzione

Intervento n°	Fase fenologica	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Mg (kg/ha)
1	Allegagione	30-40	20	0	0
2	Diradamento	40-50	0	100-130	10
3	Post-raccolta	20-30	0	0	0
Totale apporti	-	90-120	20	130	10

(Fonte: CRPV. Notiziario Tecnico. "La fertilizzazione delle Drupacee")

Piano indicativo di fertirrigazione di un albicocchetto in piena produzione (esempio 1)

Intervento n°	Fase fenologica	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Mg (kg/ha)
1	Caduta petali	2	2.5	0	0
2	Scamicciatura	4	2.5	0	0
3	-	6	2.5	0	0
4	Diradamento	6	2.5	10	0
5	-	8	0	10	2.5
6	-	8	0	10	2.5
7	-	8	0	10	2.5
8	-	8	0	10	2.5
9	-	8	0	10	0
10	--	8	0	10	0
11	-	8	0	10	0
12	Raccolta	6	0	0	0
13	Post-raccolta	10	0	0	0
Totali apporti	-	90	10	80	10

(Fonte: CRPV. Notiziario Tecnico. "La fertilizzazione delle Drupacee")

Piano indicativo di fertirrigazione di un albicocchetto in piena produzione (esempio 2)

Epoca in giorni dalla fioritura (inizio marzo)	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)
20 gg	10	7	10
30 gg	10	7	15
40 gg	10	0	15
50 gg	10	0	15
60 gg	8	0	15
70 gg	8	0	15
Fine luglio	7	0	7
Fine agosto	7	0	6
Totale	70	14	96

(Fonte: C. Xiloyannis)

CILIEGIO

I terreni più idonei per il ciliegio, quando innestato su franco di ciliegio dolce, sono quelli profondi, con buona capacità idrica, con sottosuolo drenante e valori di pH compresi fra 6.5 e 7.2. Sono da evitare i suoli soggetti a ristagni idrici, poco profondi, quelli tendenzialmente acidi e quelli subalcalini.



Il ciclo colturale del ciliegio è molto breve, per cui le esigenze nutrizionali sono concentrate in un periodo molto ristretto.

La fase di post-raccolta è molto lunga, e durante questo periodo, è bene non trascurare la gestione della nutrizione e dell'irrigazione.

Concimazione d'impianto

Prima dell'impianto è opportuno determinare la fertilità del terreno. L'apporto di sostanza organica deve essere attentamente valutato nei terreni sciolti, dove il fenomeno della mineralizzazione è particolarmente intenso; in questi casi è preferibile frazionare gli apporti negli anni successivi la messa a dimora, al fine di evitare una sua veloce distruzione.

La concimazione a base di fosforo e potassio è in relazione alle concentrazioni riscontrate con l'analisi del terreno:

- **Dotazione elevata:** non è necessario apportare concimi in pre-impianto; si interverrà nella fase di copertura.
- **Dotazione normale:** si consigliano apporti di P_2O_5 pari a 80-100 kg/ha e di K_2O pari a 100-160 kg/ha.
- **Dotazione bassa:** l'apporto di concimi dovrà consentire di raggiungere il livello di normalità; sono consigliate dosi di 130-150 kg/ha di P_2O_5 e 200-250 kg/ha di K_2O .

Se i terreni risultano particolarmente sabbiosi è necessario limitare gli apporti in pre-impianto e ricorrere a frequenti applicazioni in copertura.

Nella fase di allevamento si possono distribuire 50-60 g/pianta di azoto al primo anno (ripresa vegetativa) e 60-80 g/pianta al secondo anno (ripresa vegetativa). L'apporto di fosforo (indicativamente 6-10 kg/ha di P) può favorire una buona ripresa post-trapianto degli astoni (preferibilmente nella buca di impianto).

Asportazioni

Asportazioni medie per un ceraseto in piena produzione

Elementi	Asportazioni (legno potatura estiva ed autunnale e foglie)	Asportazioni Frutti (kg/ha)	TOTALI (kg/ha)
Azoto	31-54	17-18	50-71
Fosforo	5-8	3.7-4.0	9-12
Potassio	8-31	18-24	31-49
Calcio	31-40	1.9-5.3	36-42
Magnesio	5-10	1.5-3.5	7-13

(Fonte: Roversi et al., 2006)

Concimazione di produzione

Nelle prime tre settimane dalla ripresa vegetativa l'azoto deriva quasi esclusivamente dalla rimobilizzazione delle riserve interne, mentre l'assorbimento radicale presenta un andamento a sigmoide, con il massimo fra 40 e 60 giorni dopo la schiusura delle gemme, e un rallentamento dopo la raccolta.

Da ciò ne deriva che la distribuzione dell'azoto deve essere posticipata oltre lo stadio fenologico della caduta petali, e le quantità, in questo periodo, possono variare fra 50 e 60 kg/ha, in funzione della dotazione naturale del terreno. Nel caso la dose stabilita sia pari o superiore alle 60 unità, allo scopo di migliorare l'efficienza dei concimi, è bene frazionare gli apporti. In post-raccolta si distribuiranno circa 15-30 unità/ha, e la somministrazione deve avvenire entro la fine di agosto, quando cioè le foglie sono ancora attive dal punto di vista fotosintetico. In questa fase è bene verificare le reali necessità della pianta e le disponibilità dell'elemento nel terreno. In terreni di medio impasto, contenuti di 10 ppm di azoto nitrico risultano sufficienti per la pianta e non si richiedono ulteriori apporti. Oltre la stima dei nitrati presenti nel suolo, si può ricorrere all'osservazione visiva dello sviluppo vegeto-riproduttivo delle piante, nonché della colorazione verde intensa delle foglie (indici di regolare accumulo di azoto nella pianta). Gli apporti di azoto in post-raccolta sono fondamentali per assicurare un ottimale sviluppo dei germogli e favorire la costituzione delle riserve azotate, ma non vi devono essere eccessi, altrimenti verrebbe esaltata l'attività vegetativa con scarsa differenziazione a fiore e riduzione della crescita dell'apparato radicale. Il fosforo può essere apportato ogni 3-4 anni, in relazione alle limitate quantità assorbite; il potassio si apporterà alla ripresa vegetativa, o più tardi se in fertirrigazione.

In ambienti particolarmente asciutti è possibile frazionare gli elementi nutritivi

principali con le seguenti modalità:

- **Azoto:** 30-40% a 30-45 giorni prima della fioritura se in forma ammoniacale, o a 15-21 giorni se si danno nitrati; 20-30% dopo l'allegagione; 50-30% in post-raccolta.
- **Fosforo e potassio:** in un'unica soluzione a fine inverno.

Piano indicativo di fertilizzazione di un ceraseto tradizionale in piena produzione

Intervento n°	Fase fenologica	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Mg (kg/ha)
1	Caduta petali	20-25	10	30	10
2	-	35-40	-	30	-
3	Post-raccolta	15-25	-	-	-
Totale	-	70-90	10	60	10

(Fonte: CRPV. Notiziario Tecnico. "La fertilizzazione delle Drupacee")

Fertirrigazione

I concimi possono essere distribuiti anche in fertirrigazione; in tal caso occorre ridurre del 30% le dosi di azoto.

Piano indicativo di fertirrigazione in un ceraseto in piena produzione

Intervento n°	Fase fenologica	Data	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)
1	Caduta petali	15/04	5	5	0
2	Scamicciatura	25/04	5	5	0
3	-	05/05	5	5	0
4	-	15/05	10	0	25
5	-	25/05	10	0	0
6	-	05/06	10	0	25
7	Raccolta	15/06	10	0	0
8	Post-raccolta	25/06	5	0	0
9	-	05/07	5	0	0
10	-	20/08	5	0	0
11	-	30/08	5	0	0
Totali	-	-	75	15	50

(Fonte: CRPV. Notiziario Tecnico. "La fertilizzazione delle Drupacee")

Concimazione fogliare

In terreni molto sciolti, o nel caso di apporti limitati di azoto, si può ricorrere alla concimazione fogliare con urea tecnica in soluzione all'1%.

Per ridurre l'incidenza del "cracking" dei frutti sono stati proposti diversi prodotti per applicazione fogliare.

È da premettere che, prima dell'uso di sostanze "estrane", nella prevenzione del "cracking" è particolarmente importante la gestione del suolo, dell'irrigazione e

della concimazione azotata e potassica.

L'applicazione del calcio per via fogliare può irrobustire le pareti cellulari o modificare la concentrazione osmotica del velo liquido all'esterno del frutto, impedendo così la penetrazione dell'acqua all'interno e lo spacco. Il risultato è condizionato da diversi fattori, quali la formulazione, l'epoca di intervento (sembrano ottimali le applicazioni durante l'evento meteorico), ecc.

Studi effettuati in Canada hanno verificato che, 4 applicazioni settimanali di cloruro di calcio prima della raccolta, possono ridurre i fenomeni di "cracking"; anche l'utilizzo di formulati a base di rame e di alluminio hanno determinato un aumento dello spessore della buccia, con riduzione della fisiopatia (possibili effetti fitotossici). Lavori recenti hanno verificato l'utilità di composti a base di silicio (gel di silice, silicato di calcio, estratto di equiseto, estratto di pula di riso, ecc.), con efficacia simile ai composti a base di calcio.

FICO

Si adatta a diversi tipi di terreno. Vanno evitati quelli freddi e compatti per l'elevata sensibilità della specie all'asfissia radicale. I terreni ideali sono quelli tendenzialmente franchi (medio impasto) o tendenzialmente sabbiosi (sciolti), con buona disponibilità idrica, fertili, con discreto contenuto di calcare e pH fra 6.5-7.8.

Per le piante in produzione si possono indicare le seguenti dosi di elementi fertilizzanti: 50 kg/ha di N, 30 kg/ha di P_2O_5 e 70 kg/ha di K_2O ; impianti in irriguo possono richiedere dosi maggiori.

Il fabbisogno di azoto può essere anche soddisfatto con sovesci di leguminose. I concimi vengono distribuiti in primavera, poco prima della ripresa vegetativa. L'eccesso di azoto determina scarsa produzione, maturazione ritardata, frutti grossi, poco zuccherini e di facile deperibilità.

La fertirrigazione è una pratica consigliata per impianti specializzati.

Trattamenti fogliari a base di calcio riducono il fenomeno del "cracking" e migliorano la conservabilità dei frutti.



FRAGOLA

Preferisce terreni di medio impasto, ma si adatta bene anche a terreni argillosi, purché dotati di buon drenaggio. Sono da preferire terreni con un pH compreso fra 5.5-7.0, un contenuto di calcare attivo non superiore al 5-6% ed una concentrazione salina non oltre i 2 mS/cm.



Asportazioni

Molti fattori influenzano la disponibilità e l'assimilazione dei nutrienti, inclusi il pH, il tipo di terreno, la sua umidità, il contenuto di sostanza organica, la concimazione, l'attività microbica e micorrizica, il substrato, il genotipo, il tipo di fertilizzante, ecc.

Una tonnellata di frutti di fragola contiene in media circa 1-1.5 kg di azoto (N), 0.3 kg di P_2O_5 , 2.0-2.4 kg di K_2O , 0.2 kg di CaO e 0.1 kg di MgO.

L'assorbimento complessivo di azoto è quantificabile in circa 90 kg/ha (variabile con le varietà e i livelli produttivi); il fosforo (P) è assorbito in quantitativi di 15-20 kg per ettaro di fragoletto in pieno campo (a seconda del livello di produzione), mentre per il potassio si hanno assorbimenti fra 90 e 125 kg/ha.

Il calcio è assorbito maggiormente in corrispondenza della fioritura e dell'accrescimento dei frutti in quantitativi valutabili attorno a 60-70 kg/ha.

L'azoto viene assorbito in maniera quasi uguale dagli organi vegetativi e dai frutti. Più del 40% dell'azoto immagazzinato nelle radici e nel colletto viene rimesso in circolo in primavera. La maggior parte del magnesio, del calcio e del fosforo viene assimilata durante la crescita vegetativa, mentre più del 60% del potassio durante la fioritura e la fruttificazione.

Fra i microelementi, il ferro è quello più assorbito (0.5-5 kg/ha), seguito da manganese (0.16-1.4 kg/ha) e boro (0.07-0.32 kg/ha).

Asportazioni medie durante le diverse fasi fenologiche

Fase fenologica	Azoto asportato (N kg/ha)	Fosforo asportato (P kg/ha)	Potassio asportato (K kg/ha)
Trapianto-fine stagione vegetativa	17	2.5	20
Riposo vegetativo	3	0.5	2
Fine riposo-inizio fioritura	23	4.5	12
Inizio fioritura- inizio maturazione	32	6.5	45
Inizio maturazione-fine maturazione	15	1.5	12

Ecofisiologia degli assorbimenti minerali

Durante le prime settimane dopo l'impianto, il calcio diventa importante per lo sviluppo delle giovani radici e per la formazione dei tessuti fogliari. Nel periodo fioritura-accrecimento dei frutti aumenta rapidamente l'assorbimento di potassio (circa 3 grammi per pianta al giorno); un alto livello dell'elemento influenza positivamente la qualità dei frutti (incremento del contenuto di zuccheri ed acidi).

Il fosforo è fondamentale nelle prime fasi di crescita (sviluppo radicale) e a partire dalla fase di fioritura-sviluppo dei frutti. L'assorbimento di magnesio è concentrato soprattutto alla ripresa vegetativa e fino allo sviluppo dei frutti.

L'ammonio, ad elevati livelli, induce una maggiore crescita vegetativa delle piante e accresce le dimensioni del frutto, ma può avere effetti negativi sulla qualità e può competere con l'assorbimento del K-Ca e Mg.

Nei periodi di cielo coperto, elevate quantità di ammonio possono causare un'irregolare colorazione dei frutti. Nelle soluzioni per fragole senza suolo, questo viene aggiunto in quantità massima pari al 10% del livello di azoto totale; dalla fine della fioritura fino alla fine della raccolta non viene più aggiunto, poiché potrebbe modificare la qualità e il sapore dei frutti.

Apporti di azoto ammoniacale, ureico o organico in autunno inoltrato e/o in primavera fredde e poco luminose, possono rendere l'elemento disponibile tardivamente, con gravi "esplosioni" vegetative in coincidenza dell'aumentare delle temperature e ripercussioni negative sulla qualità dei frutti. Se l'inverno è stato mite, e le piante non hanno soddisfatto completamente il fabbisogno in freddo, gli apporti di azoto alla ripresa vegetativa devono essere precoci e più elevati.

Concimazione di impianto

Considerando i processi di dilavamento e di insolubilizzazione a cui i fertilizzanti vanno incontro, gli apporti di concimi minerali a base di azoto, fosforo e potassio devono essere evitati all'impianto, oppure possono essere limitati a soddisfare le esigenze nel breve periodo ed eventualmente per raggiungere la soglia minima di fertilità richiesta dalla specie. In linea generale è possibile apportare il 40% circa del fabbisogno complessivo di fosforo e di potassio all'impianto, da interrare insieme alla sostanza organica. Prima della messa a dimora delle piante non devono essere somministrati concimi azotati.

In questa fase occorre privilegiare l'arricchimento del suolo in sostanza organica, ricorrendo ad un sovescio di leguminose concimato con 20-30 kg/ha di azoto,

oppure all'interramento di circa di 50 tonnellate per ettaro di letame maturo su tutta la superficie.

Concimazione di produzione (fragola pieno campo)

Per quanto riguarda la concimazione azotata è fondamentale frazionare gli apporti complessivi per evitare fenomeni di dilavamento.

In autunno, le quantità di azoto vanno opportunamente dosate sulla base dello sviluppo vegetativo della pianta, in quanto l'elevata vigoria indotta da eccessi può provocare una scarsa differenziazione ed una maggiore suscettibilità ai danni da freddo. Generalmente, nel periodo che precede il riposo vegetativo, si consiglia di somministrare non più del 30% del totale previsto. La restante parte va somministrata dalla ripresa vegetativa primaverile fino in prossimità della raccolta, quando la fragola assorbe la maggior parte degli elementi nutritivi.

In generale, in copertura è importante frazionare l'apporto di concime con fertirrigazioni a cadenza bisettimanale.

Fertirrigazione

• Post-trapianto

Le fertirrigazioni nei primi due mesi dal trapianto hanno lo scopo di "formare" la struttura della pianta e garantire un buon sviluppo vegetativo e un regolare accostamento (fondamentali per una elevata differenziazione a fiore).

In generale, le concimazioni dovranno essere regolari ed abbondanti nel periodo estivo-autunnale, con apporti precoci anziché tardivi. In agosto/settembre, il rapporto N/K è spostato verso l'azoto, con apporti man mano crescenti. In ottobre, gli apporti di potassio dovranno aumentare spostando il rapporto N/K a favore di quest'ultimo (accumulo riserve per il riposo invernale).

È necessario rallentare la spinta vegetativa e l'emissione degli stoloni, poiché gli eccessi di sviluppo vegetativo in questo periodo possono provocare una minore differenziazione a fiore.

• Ripresa vegetativa primaverile

In questo periodo è necessario prestare molta attenzione ai rapporti nutritivi degli elementi per sostenere la carica produttiva. Le quantità assolute di nutrienti variano in base al tipo di coltivazione (coltura protetta o pieno campo), alle condizioni atmosferiche, alla fase fenologica, ecc.

In generale, con alte temperature (specialmente in serra) occorre ridurre

la concentrazione della soluzione nutritiva, mentre con temperature basse è necessario aumentarla. Il rapporto N/K dovrà essere più alto in impianti e varietà poco vigorose; per ridurre lo sviluppo vegetativo si manterrà un rapporto più basso. Particolare importanza hanno gli apporti di calcio, specialmente in concomitanza di periodi nuvolosi e piovosi e in condizioni di scarsa traspirazione (“picchi di calcio”). Di regola, la conducibilità della soluzione non deve superare 1.2-1.3 mS/cm nel primo mese dal trapianto e 1.6-1.8 mS/cm nei mesi successivi. In primavera l’EC non deve superare inizialmente i valori di 1.4-1.5 mS/cm, mentre nelle fasi di ingrossamento frutti e maturazione deve diminuire gradualmente da 1.3 fino a 0.8 mS/cm.

In presenza di acque con EC elevata bisognerà frazionare gli apporti, riducendo le quantità per singolo intervento e/o aumentando la durata dell’intervento irriguo (si diluisce così la soluzione fertilizzante).

Piano indicativo di fertirrigazione per produzione a basso input di azoto*

Fase fenologica	N (kg/Ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	CaO (kg/ha)	MgO (kg/ha)
Agosto-settembre	27	10	15	33	5
Ottobre	16	9	22	14	3
Eventuali integrazioni a settembre	10	-	-	-	-
Ripresa vegetativa	12	7	19	7	3
Prefioritura Inizio fioritura	8	4	6	9	1
Ingrossamento frutti Maturazione	18	8	24	15	3
TOTALE	81	38	86	78	15

*Trapianto estivo-autunnale. Coltura protetta (impianto in situazione di elevata vigoria)

KAKI

I nuovi impianti vanno effettuati nei suoli profondi, con buona capacità idrica, sottosuolo drenante, con contenuto di calcare attivo non superiore al 4% e valori di pH compresi fra 6.5-7.2. Sono da evitare i suoli soggetti a ristagno idrico, poco profondi, con valori di pH superiori a 7.2.



Asportazioni

Asportazioni medie riferite alla cv.Rojo Brillante (impianto adulto)

Material	Nitrógeno (kg N/ha)	Fósforo (kg P₂O₅/ha)	Potasio (kg K₂O/ha)
Frutos	61,4	25,6	70,3
Hojas	82,3	10,9	135,7
Otros	16,3	2,5	6,0
Total	160	39	212

(Fonte: Ferrer, 2008)

Ecofisiologia degli assorbimenti minerali

L'assorbimento di azoto aumenta progressivamente sino al mese di luglio, per decrescere poi bruscamente nei mesi successivi; il periodo di massimo consumo risulta compreso tra maggio ed agosto, quando la pianta assume il 68% del totale annuo. Il picco di assorbimento del fosforo si verifica nel mese di luglio, mentre tra giugno ed agosto viene assorbito il 70% del totale annuo di tale elemento. Per il potassio e il calcio, il massimo assorbimento si verifica in giugno; da maggio a luglio viene assorbito circa il 70% dei due elementi. Il magnesio viene assunto nella misura del 90% del totale da maggio ad agosto, con un picco a luglio ed agosto.

Concimazione di produzione

In un suolo ben dotato di sostanze nutritive e dove è stata effettuata una buona concimazione di fondo, dosi annuali di 100-150 kg/ha di azoto, 50-70 di P₂O₅ e 70-100 kg di K₂O possono ritenersi sufficienti; per evitare carenze di magnesio si potranno apportare ogni due anni 40 unità/ha di MgO.

Per quanto riguarda l'epoca di applicazione dei fertilizzanti azotati, vanno preferite le distribuzioni frazionate a partire dalla fine del riposo vegetativo (periodo in cui presumibilmente si ha una ripresa dello sviluppo e dell'attività radicale) e per tutta la successiva primavera (epoca in cui si verifica la massima crescita dei germogli e la fioritura).

Un limitato apporto di azoto, P e K nel periodo di inizio autunno è efficace per

favorire l'ultima fase di crescita del frutto e l'accumulo nell'albero di riserve nutrizionali, dalla cui entità dipende in buona misura la crescita delle piante nelle prime fasi dello sviluppo vegetativo nell'anno successivo.

Fertirrigazione

Distribuzione mensile dei nutrienti in kaki (%)

Elemento	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
N	5	10	15	20	20	20	10	-	-
P₂O₅	5	10	15	20	20	20	10	-	-
K₂O	4	6	8	12	25	25	20	-	-
MgO	4	6	8	12	25	25	20	-	-

(Fonte: IVIA- Pomares y col.)

Distribuzione mensile dei fertilizzanti. Impianto adulto. Irrigazione a goccia.

Mes	Nitrógeno (kg N/ha)	Fósforo (kg P₂O₅/ha)	Potasio (kg K₂O/ha)	Magnesio (kg MgO/ha)
Marzo	9	4	6	0,8
Abril	18	8	10	1,2
Mayo	27	12	12	1,6
Junio	36	16	18	2,4
Julio	36	16	37	5,0
Agosto	36	16	37	5,0
Septiembre	18	8	30	4,0
Total	180	80	150	20

(Fonte: IVIA- Pomares y col.)

MANDORLO

Preferisce terreni profondi, permeabili, freschi, ma si adatta bene anche a terreni poveri, aridi o superficiali; con portinnesti franchi resiste bene alla presenza di calcare attivo. Vanno scartati i terreni argillosi, umidi e pesanti.



Asportazioni

Asportazioni medie per 1 ha di mandorlo adulto

U.F. kg/anno	Asciutto	Irriguo
N	30-60	50-80
P ₂ O ₅	25-50	50-70
K ₂ O	50-75	80-100

Distribuzione percentuale della dose annuale di azoto

Elemento	Da germogliamento a fioritura	Fioritura-riempimento frutto	Riempimento frutto-Maturazione
Azoto (%)	13	42	45

(Fonte: Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón)

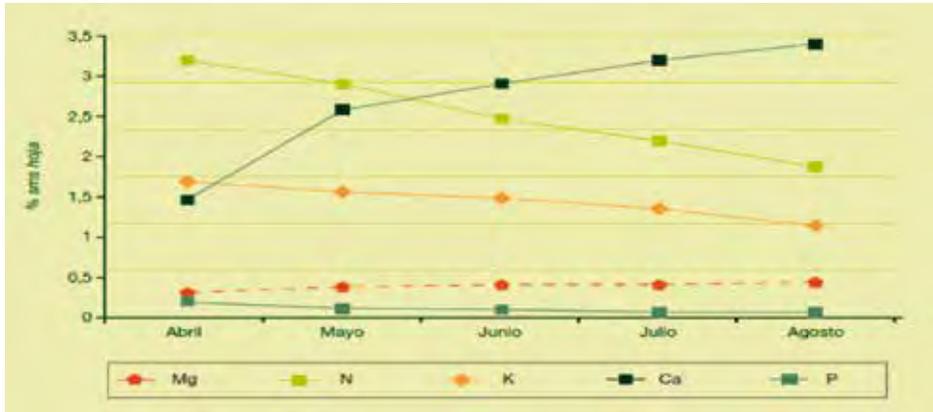
Livelli di nutrienti in foglie di mandorlo

	ADECUADO	DEFICIENTE	EXCESIVO
NITRÓGENO	2,2-2,5 %	<2 %	
FÓSFORO	0,1-0,3 %		
POTASIO	>1,4 %	<1 %	
CALCIO	>2 %		
MAGNESIO	>0,25 %		
SODIO			>0,25 %
CLORO			>0,3 %
BORO	30-60 ppm	<30 ppm	>300 ppm
COBRE	>4 ppm		
MANGANESO	>20 ppm		
ZINC		<15 ppm	

(Fonte: Brown y Uriu-California)

Ecofisiologia degli assorbimenti minerali

Evoluzione del contenuto in macronutrienti in foglie di varietà Largueta



(Fonte: Departament d'Agricultura Alimentacio Catalunya)

Necessità di elementi minerali nei primi anni d'impianto

Durante la fase giovanile (2-3 anni) il sistema radicale dei giovani alberi è poco sviluppato e gli apporti devono permettere un buon accrescimento vegetativo di questo.

Elemento (kg/ha)	1° anno	2° anno	3° anno
N	20	40	70
P ₂ O ₅	10	15	15
K ₂ O	20	40	40

Concimazione di produzione

In condizioni non irrigue si possono orientativamente distribuire i seguenti quantitativi di elementi fertilizzanti: 60-80 unità/ha di azoto, 30-50 unità di P₂O₅ e 100 unità di K₂O. Il fosforo e il potassio si distribuiranno in dicembre-gennaio. Per l'azoto, gli apporti devono essere frazionati. Si consiglia di apportare il 70% in post-fioritura e il restante 30% a fine estate per favorire la formazione delle gemme.

Fertirrigazione

TOTALE ELEMENTI NUTRITIVI

N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	CaO (kg/ha)	MgO (kg/ha)
127	66	100	22	11

Esempio di piano di fertirrigazione per mandarlo in produzione (sesto 7*6 m; n° piante/ha 238. Produzione media 4.500 kg/ha)

MES	FERTILIZANTE	Kg./Ha. o l/Ha.
FEBRERO	Acido Fosfórico 72% pureza	21
	Nitrato Amónico	12
	Nitrato Potásico	19
MARZO	Nitrato Amónico	19
	Nitrato Cálcico N:15.5 CaO:27	18
	Nitrato Magnésico N:11 MgO:16	14
	Nitrato Potásico	26
ABRIL	Nitrato Amónico	36
	Nitrato Potásico	24
MAYO	Acido Fosfórico 72% pureza	12
	Nitrato Amónico	21
	Nitrato Cálcico N:15.5 CaO:27	21
	Nitrato Magnésico N:11 MgO:16	14
	Nitrato Potásico	36
JUNIO	Nitrato Amónico	36
	Nitrato Cálcico N:15.5 CaO:27	21
	Nitrato Magnésico N:11 MgO:16	14
	Nitrato Potásico	33
JULIO	Nitrato Amónico	33
	Nitrato Cálcico N:15.5 CaO:27	21
	Nitrato Magnésico N:11 MgO:16	6
	Nitrato Potásico	33
AGOSTO	Nitrato Amónico	36
	Nitrato Potásico	19
SEPTIEMBRE	Acido Fosfórico 72% pureza	18
	Nitrato Amónico	29
OCTUBRE	Acido Fosfórico 72% pureza	17
	Nitrato Amónico	12
	Nitrato Potásico	26

(Fonte: Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario)

MELO

Predilige terreni di medio impasto, fertili, profondi, non soggetti a ristagno idrico, con pH compreso fra 6 e 7. Grazie all'ampia disponibilità di portinnesti è oggi possibile adattare la coltura ad ambienti diversi di coltivazione.



Asportazioni

Molti fattori influenzano la disponibilità e l'assimilazione dei

nutrienti, inclusi il pH, il tipo di terreno, la sua umidità, il contenuto di sostanza organica, la concimazione, l'attività microbica e micorrizica, il substrato, il genotipo, il portinnesto, il sesto d'impianto, il tipo di fertilizzante, ecc.

L'incremento del numero delle piante per ettaro presuppone modifiche nella tecnica di fertilizzazione, in quanto si riduce il volume di terreno a disposizione di ogni singola pianta (maggiore sfruttamento del terreno da parte degli apparati radicali) ed aumenta la competizione radicale.

Il principio fondamentale della concimazione rimane quello della restituzione delle asportazioni. Il fabbisogno nutrizionale è inteso come la totalità degli elementi nutritivi assorbiti dalle piante e "depositati" nei vari organi (frutti, foglie, legno, fiori, radici). Nei primi anni d'impianto, la maggior parte di queste sostanze serve a formare la struttura della pianta.

Nelle piante adulte, una parte degli elementi viene asportata con la produzione, un'altra viene immobilizzata nella struttura della pianta e, solo quella contenuta nelle foglie, nel legno di potatura e nelle radici ritorna nel terreno per essere nuovamente disponibile dopo la mineralizzazione.

Asportazioni annuali (kg/ettaro) per il melo con una produzione di 500 t/ettaro

	Azoto (N)	Fosforo (P₂O₅)	Potassio (K₂O)	Calcio (CaO)	Magnesio (MgO)
Frutti	35	11	90	5	3
Rami e radici (struttura piante)	30	12	20	40	2
Foglie	25	9	60	50	27
Materiale di potatura	20	10	15	20	2

(Fonte: IASMA Notizie 18 aprile 2014)

La concimazione minerale incide profondamente sull'equilibrio fisiologico della pianta. Le caratteristiche da perseguire sono: medio vigore vegetativo, adeguata differenziazione delle gemme a fiore, produzione regolare e di buon livello qualitativo.

Molti problemi inerenti la scarsa conservabilità, l'aroma e l'aspetto esteriore dei frutti sono connessi a squilibri fisiologici della pianta.

Secondo ricercatori scandinavi (Wolfgang Drahorad, 1985), l'albero fruttifero impiega la stessa energia per produrre un ramo di circa 1 m o per produrre 1 kg di mele. Spetta al frutticoltore saper gestire adeguatamente le risorse energetiche

a disposizione della pianta per mantenere uno stato di equilibrio.

È necessario ricordare che la pianta, per la formazione dei tessuti del legno, dei fiori, delle foglie e dei frutti utilizza in primo luogo idrogeno, ossigeno e carbonio che provengono dall'aria, dall'acqua e dal terreno. Le sostanze minerali costituiscono solo una piccola parte della massa vegetale (8-10% della sostanza secca; 0.4-0.5% dei frutti).

Ecofisiologia degli assorbimenti minerali

• Azoto

I meli assimilano l'azoto prevalentemente sotto forma di nitrato (NO_3^-). L'eccesso può provocare elevato vigore vegetativo (crescita dei germogli intensa con lignificazione scarsa), ritardo di maturazione, frutti troppo grossi, poco colorati e suscettibili al "bitter pit" e alle malattie da conservazione, filloptosi fisiologica, cascola pre-raccolta, differenziazione a frutto scarsa, ecc.

L'assorbimento di azoto varia con le diverse fasi fenologiche e, pertanto, la fertilizzazione azotata deve tener conto della dinamica di assorbimento di questo elemento.

Dalla ripresa vegetativa fino alla fioritura, più del 95% dell'azoto delle lamburde proviene dagli organi di riserva (radici, tronco, branche). In corrispondenza del rapido accrescimento dei germogli, l'azoto assorbito dall'apparato radicale ha sempre maggiore importanza, arrivando a rappresentare il 50% del totale presente nei germogli stessi. Dal punto di vista pratico è consigliabile non apportare azoto in forma minerale prima della fase fenologica di "bottoni fiorali" in quanto, apporti più precoci risultano poco efficienti e possono essere dilavati dalle piogge primaverili.

• Fosforo

In primavera, adeguati livelli di fosforo stimolano l'accrescimento dell'apparato radicale, migliorano l'assimilazione degli altri nutrienti, favoriscono lo sviluppo delle foglie e degli organi riproduttivi.

• Potassio

Insieme all'azoto e al calcio è l'elemento maggiormente utilizzato dal melo.

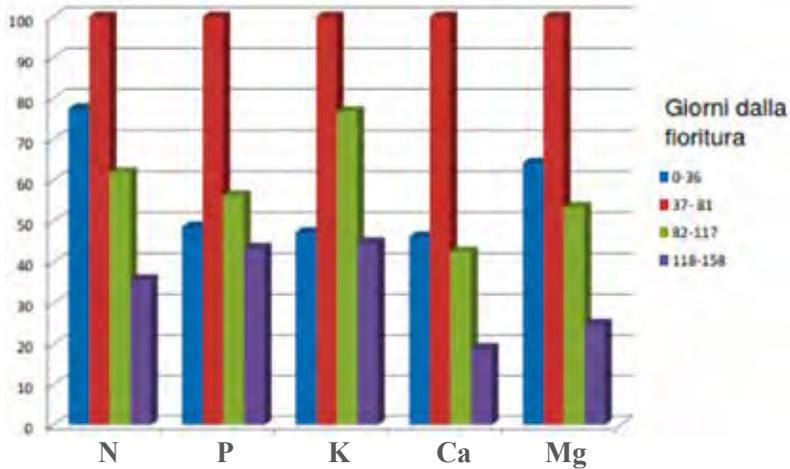
• Magnesio

L'accumulo nei frutti è lento e costante durante tutto il ciclo vegetativo.

• Calcio

L'accumulo nel frutto avviene durante le prime 4-6 settimane dalla fioritura (fase di citochinesi) e proviene dal flusso xilematico; successivamente diminuisce lentamente nella fase di distensione cellulare.

Dinamiche di assorbimento di nutrienti nel melo, derivate da dati di flusso (100% = periodo di massimo assorbimento).



(Fonte: Zanotelli et al.2014)

Concimazione di impianto

L'apporto di letame maturo incorporato nel terreno (50-60 t/ha) ne migliora la struttura e la fertilità. Se all'analisi chimica si riscontrano delle carenze è possibile apportare elementi minerali poco dilavabili, quali il fosforo e il potassio. La distribuzione della sostanza organica deve essere effettuata preferibilmente nel corso dell'estate, prima dell'aratura o dello scasso; nei terreni sabbiosi è consigliabile frazionare la dose negli anni.

In alternativa al letame possono essere utilizzati compost di ottima qualità.

Se le dotazioni iniziali di fosforo e potassio sono elevate, non si rendono necessari apporti; con una disponibilità normale si consigliano 200-250 kg/ha di P_2O_5 e 250-300 kg/ha di K_2O . Qualora le dotazioni risultassero particolarmente basse si possono incrementare i quantitativi rispettivamente a 300-350 kg/ha e 250-300 kg/ha.

Concimazione di allevamento

Ha lo scopo di favorire la precoce formazione della struttura scheletrica della pianta ed accelerare l'entrata in produzione, senza stimolare eccessivamente l'attività dei germogli in crescita.

I giovani astoni si avvantaggiano, oltre che di azoto, anche dell'apporto di fosforo localizzato in corrispondenza dell'apparato radicale. Moderati apporti di fosforo

(10-15 kg/ha di P), possibilmente in fertirrigazione, si sono dimostrati importanti per stimolare la crescita radicale e migliorare la differenziazione a fiore delle gemme, anticipando così l'entrata in produzione dell'albero.

Quantità di macroelementi consigliate in fertirrigazione (g/albero)*

Età del meleto	Azoto (N)	Fosforo (P ₂ O ₅)	Potassio (K ₂ O)	Magnesio (MgO)
1° anno	10	2	10	2
2° anno	15	4	15	2
Dal 3° anno	20-25	5-6	25-30	4

(Fonte: M. Tagliavini; D. Scudellari) * Dosi indicative di 2.500-3.000 piante/ha

Concimazione di produzione

Le varietà di melo sono caratterizzate da un diverso fabbisogno di azoto, che dipende anche dalla loro produttività e dal grado di vigoria.

Fondamentale risulta l'osservazione del comportamento del meleto. Condizioni di azoto-carezza risultano associate ad una limitata attività vegetativa dei germogli, ad un colore verde-pallido delle foglie e ad una ridotta pezzatura dei frutti.

Un mezzo molto utile per guidare la concimazione del meleto è l'analisi chimica delle forme azotate minerali presenti nel terreno. Il controllo del quantitativo di azoto disponibile mediante analisi N_{min} consente di determinare, in ogni momento, il quantitativo di azoto assimilabile presente nella zona dell'apparato radicale. Il momento ottimale per la sua esecuzione corrisponde a 2-3 settimane prima della fioritura. I valori di riferimento variano con la varietà e con la resa per ettaro.

Esempio per Golden Delicious

Resa (t/ha)	Valore N _{min} (0-40 cm)	Kg/ha anno di azoto
60-70	< 30	30-60
50-55	30-50	0-30
	>50	0

Azoto

Impianti tradizionali di melo, vigorosi e posti in terreni di buona fertilità, sono gestiti con quantitativi di azoto variabili fra 30 e 50 kg/ha; negli impianti caratterizzati da portinnesti deboli, da densità variabili fra 2.500 e 3.500 piante/

ha, e dalla presenza di impianto fertirriguo, sono generalmente necessari apporti di azoto pari a 20-25 g/pianta (50-70 kg/ha). Queste quantità teoriche vanno adattate a ciascun terreno; in presenza di eccessiva vigoria dell'impianto si può ipotizzare di sospendere la concimazione per un anno.

Valori indicativi di riferimento per le somministrazioni annuali di azoto

Varietà	Resa t/ha	kg/ha N
Golden Delicious, Pinova, Kanzi ^R , Jazz ^R , Ambrosia ^R	60-70	30-60
Red Delicious Standard	50-55	30-60
Gala, Braeburn, Modi	50-65	30-80
Fuji	50-55	20-40
Pink Lady ^R	55-60	0-30

(Fonte: Centro di Consulenza per la Fruttiviteicoltura dell'Alto Adige)

Fuji: è una varietà vigorosa, per cui gli apporti di azoto devono essere equilibrati. Nelle annate di scarsa produzione è importante limitare gli apporti al terreno per evitare crescita eccessiva. Può essere utile intervenire in autunno e primavera con somministrazioni fogliari di azoto.

Gala: in genere presenta una crescita contenuta. Gli apporti azotati vanno opportunamente aumentati; rispetto a Golden è possibile incrementare le dosi del 30%. Sensibile a fenomeni di filloptosi, per cui è importante la distribuzione fogliare di magnesio e manganese.

Red Delicious: le esigenze variano a seconda dei gruppi (spur o standard). Le spur sono molto più esigenti, per cui è fondamentale eseguire una buona concimazione, sia al terreno che fogliare, per favorire una pronta partenza vegetativa. Tenuto conto della crescita ridotta della pianta è importante stimolarne la vigoria con applicazioni frazionate di azoto in tre epoche: in autunno- alla ripresa vegetativa- subito dopo la fioritura.

Le Red Delicious sono molto sensibili alla buterratura, specialmente nelle annate di bassa produzione ed in presenza di elevata pezzatura dei frutti. Risultano indispensabili interventi fogliari a base di calcio a partire dalla fase di “frutto noce” e fino alla raccolta.

Cripps pink: è una varietà poco esigente in azoto, per cui le dosi vanno opportunamente regolate. In genere sono sufficienti 40 unità di azoto per

ettaro, distribuiti in maniera frazionata. Avendo la varietà un ciclo lungo ed una maturazione tardiva, è bene non ritardare molto gli apporti per evitare scarsa colorazione dei frutti e mancata lignificazione dei rami (sensibilità ai freddi). In genere è meno sensibile alla filloptosi rispetto a Golden; possono risultare utili interventi fogliari con magnesio e manganese.

Riguardo le epoche di applicazione è da ribadire l'inutilità degli apporti prima della fioritura. In genere si interviene in post-fioritura ed entro la fase di "frutto noce"; somministrazioni tardive sono da evitare, in quanto possono prolungare l'attività vegetativa e peggiorare la qualità del prodotto.

Particolarmente importanti (specialmente per varietà a maturazione precoce allevate in terreni poco fertili) risultano gli apporti per ricostituire le riserve negli organi perenni; questi devono essere effettuati entro settembre con dosi indicative di circa 25-30 kg/ha di azoto, da ridurre a 10-15 kg/ha se si ricorre a fertirrigazione. Su varietà a maturazione tardiva (Fuji-Braeburn, ecc.) e con elevata produzione, si può ricorrere a somministrazioni fogliari di urea.

Qualora le riserve dell'albero si esauriscano precocemente in primavera (es. annata con elevata allegagione e scarso assorbimento radicale), possono essere utili applicazioni fogliari precoci di azoto.

Fosforo

In condizioni normali sono da ritenersi sufficienti 30 kg/ha anno di P_2O_5 . La disponibilità di questo elemento deve essere assicurata in due momenti: fine luglio-inizi agosto (per sostenere l'accrescimento dei frutti) e dopo la raccolta per ricostituire le riserve negli organi di stoccaggio.

Potassio

Se il terreno è sufficientemente ricco in potassio si può somministrare la quota asportata annualmente dai frutti; nei casi di terreni particolarmente ricchi di potassio scambiabile è possibile anche intervenire ogni 2-3 anni.

In generale, la dose annuale è di circa 60-90 kg/ha. L'epoca di applicazione è quella che segue la cascola fisiologica dei frutticini per evitare antagonismi con il calcio. Eccessi di potassio possono favorire la caduta precoce delle foglie in Golden Delicious.

Sostanza organica

I concimi organici o organo-minerali con rapporto C/N <12 possono essere distribuiti in autunno o all'inizio della primavera; quelli con rapporto C/N > 12 vengono in genere apportati in autunno.

Fertirrigazione

Nei giovani impianti, il periodo di fertirrigazione dovrebbe concludersi indicativamente entro metà luglio per evitare effetti negativi sulla maturazione del legno. Le dosi di azoto devono essere regolate in base all'accrescimento delle piante. Nei frutteti in produzione la fertirrigazione può iniziarsi 2-3 settimane prima della fioritura, per concludersi dopo 6-8 settimane; in presenza di una buona carica produttiva può prolungarsi per altre 2-3 settimane.

La formulazione di un corretto piano di fertirrigazione dovrebbe prendere in considerazione i seguenti parametri: dati meteorologici, analisi fisico-chimica del terreno, asportazioni della coltura, curve di assorbimento dei nutrienti, esigenze idriche della coltura, analisi chimica delle acque di irrigazione.

Esempio di fertirrigazione (kg/ha) su Golden Delicious

Date	Azoto (N)	Fosforo (P_2O_5)	Potassio (K_2O)
15/04 (Fioritura)	2	4.9	-
22/4	2	4.9	-
29/04	2	4.9	-
06/05	2.5	-	-
13/05	2.5	-	-
20/5	3.5	-	-
27/05	3.5	-	12.4
03/06	5	-	17.7
10/06	5	-	-
17/06	5	-	-
24/06	5	-	17.7
1/07	5	-	-
8/07	5	-	17.7
15/07	3	-	10.6
22/07	3	-	-
29/07	3	-	10.6
05/08	3	-	-
12/08	3	-	-
Post-raccolta	5	-	17.7
Totale	68	21	104

Concimazione fogliare

Boro: in pre-fioritura ed in post-raccolta. Il numero dei trattamenti varia a seconda del formulato.

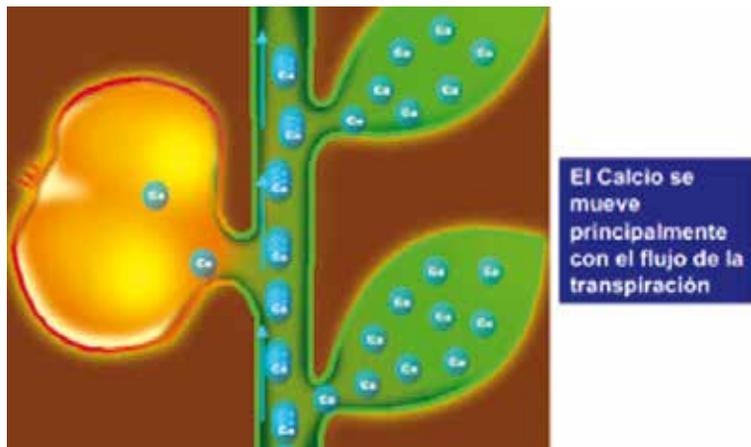
Azoto: 1-3 interventi in pre-fioritura (0.5 kg/hl) ed uno in autunno.

Magnesio: da allegazione 2-3 interventi contro la filloptosi precoce.

Manganese: da allegazione 2-3 interventi contro la filloptosi precoce.

Calcio: da frutto noce a 20 giorni prima della raccolta, in funzione della varietà e dell'annata.

È utili ricordare che gli interventi fogliari, in linea generale, risultano veramente efficaci solo in casi di carenza o limitata disponibilità dei nutrienti



(Fonte: Claudio Valdes Oliva Ing. Agrónomo, M.Sc.)

Buterratura amara e filloptosi precoce

La buterratura amara è dovuta ad una carenza di calcio, in genere da addebitare a cause fisiologiche; raramente si ha scarsa presenza dell'elemento nel terreno.

Il controllo della fisiopatia prevede in primis una corretta ed equilibrata gestione delle piante (concimazione azotata, carica produttiva, potatura, irrigazione, ecc.).

Il numero dei trattamenti a base di calcio varia in funzione della varietà, della carica produttiva e dall'esito dell'analisi dei frutti. In genere si effettuano 2-3 interventi per Golden, Gala, Fuji e fino a 6-8 per le più sensibili (Braeburn).

Le irrorazioni fogliari con magnesio sono indicate per varietà sensibili (Golden, Gala) e quando sono presenti i seguenti fattori predisponenti la fisiopatia: elevata concentrazione di potassio nelle foglie, forte attività vegetativa ed elevata umidità del terreno che favoriscono l'assorbimento di potassio. Sono da evitare eccessive concimazioni a base di magnesio per non favorire la buterratura.

Basse concentrazioni di manganese possono favorire la filloptosi.

MELOGRANO

Non è molto esigente nei confronti del terreno. I migliori risultati produttivi si ottengono in suoli profondi, alcalini, leggeri, permeabili e freschi.

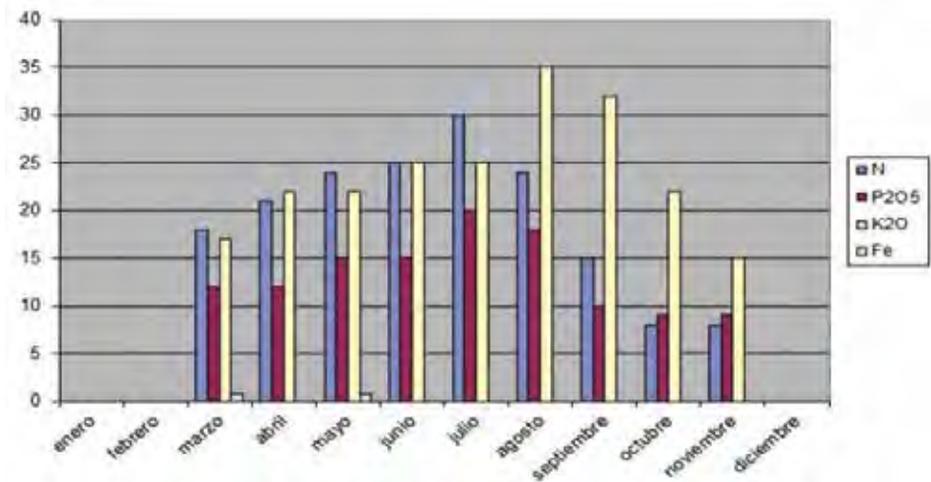


Asportazioni

Elemento	Huerto en Produccion (20 t/ha)	Fruta Fresca
	Kg/ha	Kg/Tm.
N	202.1	3.4
P	24.5	0.55
K	118.4	3.98
Ca	192.2	0.54
Mg	14.3	0.19

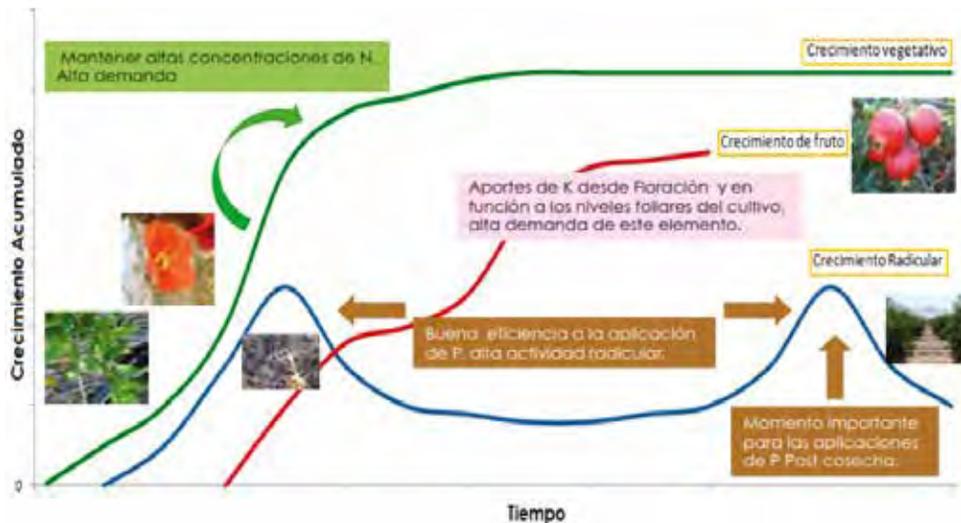
Ecofisiologia degli assorbimenti minerali

Assorbimenti minerali durante l'anno



(Fonte: Instituto Valenciano de Investigaciones Agraria)

Importanza degli elementi nutritivi durante il ciclo annuale



(Fonte: Instituto Valenciano de Investigaciones Agraria)

Concimazione di produzione

Blumenfeld et al. (1998) indicano che in Israele il melograno viene concimato con 200-300 unità di N/ha e 200-300 kg/ha di K₂O.

Le dosi orientative per una produzione di 25-30 t/ha (irrigazione a goccia) possono essere le seguenti:

Elemento	Dose(kg/ha)
Azoto	120-160
Fosforo	60-80
Potassio	150-200
Magnesio	20-25

(Fonte: Instituto Valenciano de Investigaciones Agraria)

Gli assorbimenti maggiori si verificano tra metà luglio-metà agosto.

Possibile carenza di microelementi:

- Ferro (correzione: suolo)
- Manganese e zinco (correzione: fogliare)

NOCCIOLO

Il nocciolo preferisce terreni tendenzialmente sciolti, preferibilmente neutri, ma si adatta anche ai terreni acidi e alcalini (con pH da 5,5 a pH 8). Perché non si verifichino fenomeni di clorosi, il valore del calcare attivo del terreno non dovrebbe superare l'8%.



Concimazione d'impianto

La scelta dei concimi, le dosi e l'epoca di somministrazione sono strettamente condizionate dalle caratteristiche del terreno, dallo stato vegetativo, dall'età della pianta e dall'entità delle produzioni e dall'ambiente. Prima di realizzare un impianto di nocciolo, se la dotazione di sostanza organica non è elevata (< 1%), occorre prevedere una buona fertilizzazione organica, che permette di arricchire il suolo di humus e allo stesso tempo ha un'azione ammendante sul terreno, aumentando così la sua capacità di trattenere le sostanze minerali utili al nocciolo, rendendole disponibili al momento del bisogno.

Nei terreni dove il tenore di sostanza organica è basso, la distribuzione di letame o di compost dovrebbe essere eseguita annualmente.

Concimazione di allevamento

Nei primi anni dell'impianto vengono distribuiti in primavera essenzialmente i concimi azotati.

Piano indicativo di concimazione di nocciolo in asciutta

Anno	Azoto	Fosforo	Potassio
Primo	70-100 g/pianta	-	-
Secondo	50 kg/ha	-	-
Terzo	70 kg/ha	30 kg/ha	30 kg/ha
Quarto-quinto	90 kg/ha	40 kg/ha	40 kg/ha

Piano indicativo di concimazione di nocciolo in irriguo

Anno	Azoto	Fosforo	Potassio
Primo	100-150 g/pianta	-	-
Secondo	60-70 kg/ha	-	-
Terzo	70-80 kg/ha	40 kg/ha	40 kg/ha
Quarto-quinto	100 kg/ha	50 kg/ha	50 kg/ha

Concimazione di produzione

In generale, per produzioni di 2-2.5 t/ettaro di nocciole, occorre apportare almeno 70-80 unità/ettaro di azoto, 25-40 kg/ha di P_2O_5 e 60-80 kg/ha di K_2O .

Gli apporti devono essere ponderati in base alle dotazioni degli elementi presenti nel terreno.

In primavera il nocciolo ha maggiore esigenze di nutrienti per lo sviluppo dell'embrione, l'accrescimento dei germogli dell'anno e la differenziazione dei fiori maschili e femminili che andranno poi in fioritura l'anno successivo a quello di inizio formazione. Si comprende l'esigenza della pianta di poter disporre nel periodo primaverile di azoto e di importanti microelementi, in particolare boro e magnesio. Il boro è riportato di avere effetti positivi sull'allegagione dei frutti e sulla produzione finale.

L'elemento più importante per il nocciolo è l'azoto, apportato in dosi variabili dai 90 ai 150 kg/ha, preferibilmente con applicazioni frazionate, soprattutto in terreni sciolti: in marzo-aprile (35%), a fine maggio (50%), ottobre-novembre (15%).

Per il fosforo (P_2O_5) sono sufficienti apporti annuali di 25-40 unità/ettaro, tenendo conto della dotazione presente nel suolo. Il potassio influenza la qualità della produzione, favorendo l'assimilazione dell'azoto nelle foglie e lo sviluppo del seme. Normalmente si consigliano 60-80 unità/ettaro di K_2O (fino a 100-120), preferibilmente da solfato.

In ambienti con elevata piovosità autunnale e/o in terreni sciolti è preferibile somministrare fosforo e potassio in febbraio – marzo.

NOCE da FRUTTO

In linea generale il noce predilige terreni di medio impasto, freschi, profondi e ben drenati, con pH compreso tra 6.5 e 7.6. Il contenuto in argilla deve essere inferiore al 25%; dal 30 al 50% di limo e dal 30 al 50% di sabbia. In particolare, il noce rifugge i terreni troppo pesanti ed è molto sensibile ai ristagni idrici che possono favorire l'insorgenza di marciumi radicali. La falda freatica deve essere situata oltre 1-1,50 m di profondità.



Concimazione

Per quanto riguarda il piano di concimazione, nei primi 5 anni gli interventi azotati sono di 50 g/pianta nel primo anno, e aumentano fino a 250 g/pianta nel quinto, mentre per lo stesso intervallo di tempo, per il potassio si distribuiscono dosi crescenti a partire da 80 g/pianta.

Dal sesto anno in poi conviene apportare i fertilizzanti su tutto l'appezzamento alle seguenti dosi orientative per ettaro: N 60-80 kg/ha; P₂O₅ 20-30 kg/ha; K₂O 80-120 kg/ha. Si consiglia di apportare il 40% dell'azoto alla ripresa vegetativa, il 40% in post-allegagione ed il restante 20% a fine estate per favorire la formazione delle gemme a fiore e la costituzione di un'adeguata riserva azotata.

In presenza di fertirrigazione, le dosi di fertilizzanti possono essere ridotte del 30%. La sostanza organica ed i fertilizzanti a base di fosforo e di potassio possono essere distribuiti a fine autunno-inizio inverno.

Esempio di piano di concimazione per diverse varietà di noce consigliato in Francia

Age du verger	Variétés à fructification terminale Ex : Franquette (100-160 arbres /ha)	Variétés à fructification latérale Ex : Femor, Lara (250-300 arbres /ha)	Variétés à fructification latérale haute densité Ex : Lara (à partir de 300 arbres /ha)
1 an	30 unités/ha	40 unités/ha	40 unités/ha
2 ans	40 unités/ha	60 unités/ha	60 unités/ha
3 ans	50 unités/ha	80 unités/ha	80 unités/ha
4 ans	60 unités/ha	100 u/ha + 20 u/t de noix sèches	100 u/ha + 30 u/t de noix sèches
5 ans	70 unités/ha		120 u/ha + 30 u/t de noix sèches
6 ans	80 unités/ha		
7 ans et plus	80 u/ha + 20 u/t de noix sèches		

(Fonte: Info Noix mars 1996)

OLIVO

Si adatta ai diversi tipi di terreno, anche se trova le migliori condizioni di coltivazione in terreni di media tessitura. Particolarmente pericolosi sono i ristagni idrici.



Asportazioni

Assorbimenti minerali

Elementi	Kg/1.000 kg di olive
N	15-20
P ₂ O ₅	4-5
K ₂ O	20-25

(Fonte: Guida pratica de la fertilizacion racional de los cultivos en Espana.Ministerio de Medio Ambiente y Medio rural y marino)

In una visione moderna ed ecosostenibile dell'intero comparto frutti-viti-olivicolo, non è più possibile gestire la fertilizzazione in modo empirico e senza considerare i risvolti sul sistema suolo-acqua-aria.

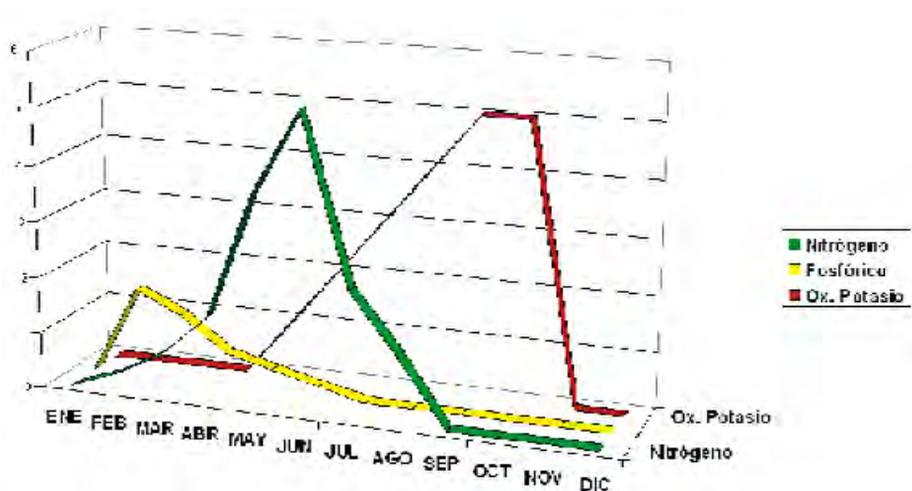
È necessario capire sempre di più le interconnessioni fra le diverse pratiche agricole (fertilizzazione, lavorazioni, inerbimenti, irrigazione, fertirrigazione, potatura, ecc.), con possibili sinergismi e/o antagonismi. Data la semplicità e il fine pratico della guida, ci si limiterà a dare delle indicazioni generali, sicuramente da "adattare", a seconda delle zone, delle varietà, dei sistemi di allevamento, dell'organizzazione aziendale, delle diverse esperienze personali, ecc.

Senza voler entrare nello specifico, è poi importante "allargare" la visione del concetto di fertilizzazione alla gestione conservativa del suolo e delle risorse del carbonio nell'oliveto; l'incremento del carbonio nel terreno è l'elemento chiave per conseguire produzioni di qualità, in condizioni di sostenibilità ed in linea con le misure agroambientali della nuova politica agricola comunitaria.

Ai fini dell'impostazione di un corretto piano di concimazione è necessario definire, tramite il bilancio nutrizionale, la quantità di elementi da apportare, mettendo a confronto le entrate (apporti) con le uscite (asportazioni); fondamentali risultano le analisi del terreno e/o fogliari. Nelle entrate bisognerà valutare gli apporti dell'acqua di irrigazione, le deposizioni dalle piogge, l'azotofissazione da leguminose, i fertilizzanti minerali integrativi, il materiale di potatura e le foglie, ecc.

Ecofisiologia degli assorbimenti minerali

Le maggiori necessità di azoto si evidenziano fra la fioritura e l'allegagione dei frutti; il potassio viene assorbito maggiormente a partire dall'indurimento del nocciolo fino alla raccolta. Il fosforo non presenta particolari picchi di assorbimento.



Assorbimenti minerali in olivo adulto

Concimazione

Nella fase di allevamento dell'olivo è possibile adottare un piano di concimazione che prevede un max di 40 g/pianta di azoto fino al III anno e max 140 g/pianta fino al quinto anno; per il P_2O_5 la dose sarà di 10 g/pianta fino al III anno e 15 g/pianta fino al quinto anno; per il K_2O , le dosi saranno di 35g/pianta e 195 g/pianta, con le stesse modalità dell'azoto e fosforo.

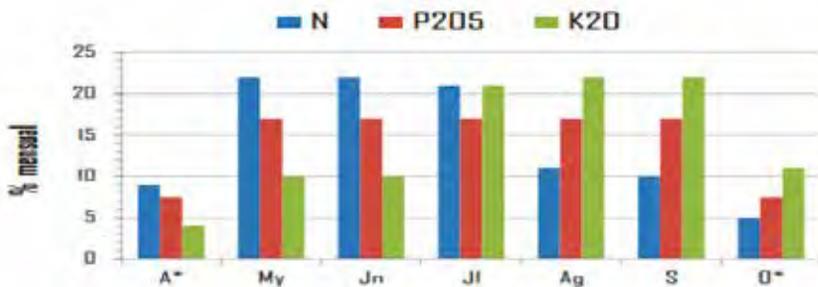
La concimazione di produzione deve essere programmata in funzione dell'entità della produzione e considerando il materiale di potatura che, se opportunamente trinciato ed interrato, permette di ridurre del 50-60% circa le dosi di azoto da apportare. Vanno evitati valori di asportazione riferiti all'ettaro.

In un terreno inerbito, dove viene trinciato il materiale di potatura e l'erba, le asportazioni medie orientative per 100 kg di olive prodotte ammontano a 900 g di azoto, 200 g di P_2O_5 e 1.000 g di K_2O ; considerando le perdite per dilavamento ed immobilizzazione nel terreno, i valori si attestano su 2,7 kg per l'azoto; 0,6 kg per il fosforo e 3 kg per il potassio.

Da questi dati è possibile studiare e personalizzare diversi piani di concimazione. Relativamente alle modalità ed epoca di applicazione, in ambiente non irriguo e in impianti adulti, l'azoto potrebbe essere distribuito in 2-3 interventi (mignolatura; indurimento del nocciolo ed eventualmente in post-raccolta, dove può risultare utile per ricostituire le riserve dell'albero, a vantaggio della produzione dell'anno

successivo); il fosforo ed il potassio verranno distribuiti in parte in autunno (20-30%) e maggiormente in primavera (70-80%), in coincidenza della prefioritura. In ambiente asciutto possono risultare utili (incremento dei fiori allegati e riduzione della cascola) fertilizzazioni fogliari azotate nel periodo compreso fra la mignolatura e l'indurimento del nocciolo. Interessante appare l'impiego di prodotti biostimolanti e/o induttori di resistenze che, agendo in modo specifico su alcuni processi fisiologici della pianta, potrebbero incrementare la quantità e la qualità delle produzioni e migliorare la tolleranza/resistenza a stress abiotici e biotici.

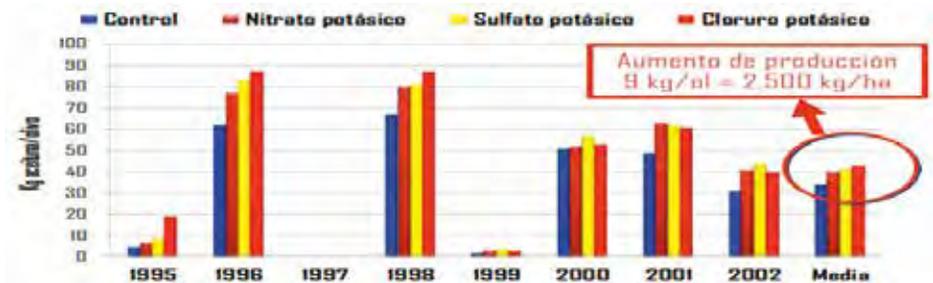
Frazionamento mensile degli elementi fertilizzanti



(Fonte: Juan Carlos Hidalgo Moya)

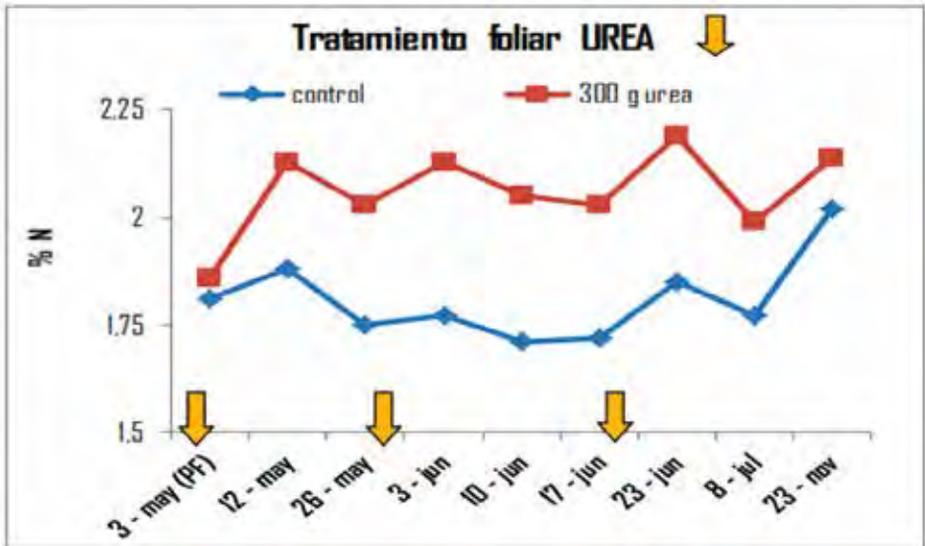
Fertirrigazione e concimazione fogliare

Incremento di produzione (olive) a seguito di interventi fogliari con potassio



(Fonte: Juan Carlos Hidalgo Moya)

Risposta a trattamento fogliare con urea (Fonte: Juan Carlos Hidalgo Moya)



6.696 kg/ha

5.584 kg/ha

Aumento de producción

1.112 kg/ha

Principali fertilizzanti e dosi raccomandate per impiego fogliare su olivo

Nutriente	Abono foliar	Concentración en caldo tratamiento
N	Urea	2-3%
P ¹	Fosfato monoamónico	2%
	Fosfato monopotásico	2%
K	Nitrato potásico	2.5%
	Sulfato potásico	2.5%
	Cloruro potásico	2.0%
Mg	Sulfato magnésico	0.5-0.7%

**Esempio di fertirrigazione su olivo in Spagna (208 piante per ettaro 8*6 m.
9.000 kg produzione. N 112 kg/ha; P₂O₅ 54 kg/ha; K₂O 177 kg/ha)**

MES	FERTILIZANTE	gr./Arbol o cc/Arbol	Kg./Ha. o l/Ha.
FEBRERO	Acido Fosfórico 72% pureza	60	12
MARZO	Nitrato Potásico	50	10
	Solución Nitrogenada al 32%	50	10
ABRIL	Nitrato Potásico	100	21
	Solución Nitrogenada al 32%	100	21
MAYO	Nitrato Potásico	100	21
	Solución Nitrogenada al 32%	250	52
JUNIO	Acido Fosfórico 72% pureza	150	31
	Nitrato Potásico	200	42
	Solución Nitrogenada al 32%	300	62
JULIO	Nitrato Potásico	225	47
	Solución Nitrogenada al 32%	175	36
AGOSTO	Acido Fosfórico 72% pureza	50	10
	Nitrato Potásico	225	47
	Solución Nitrogenada al 32%	100	21
SEPTIEMBRE	Nitrato Potásico	350	73
OCTUBRE	Sulfato de Potasio	400	83
NOVIEMBRE	Acido Fosfórico 72% pureza	50	10
	Sulfato de Potasio	150	31

(Fonte: Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario)

Asportazioni mensili di nutrienti in fertirrigazione (%)

Mese	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Marzo	4,5	4	2
Aprile	4,5	4	2
Maggio	22	17	10
Giugno	22	17	10
Luglio	21	17	21
Agosto	11	17	22
Settembre	10	17	22
Ottobre	5	7	11

(Fonte: P. Ramos. 2009)

Il boro in olivicoltura

I primi lavori che riferiscono dell'importanza del boro nei processi fisiologici e riproduttivi delle piante arboree risalgono allo studioso Eaton (1940).

Gli effetti più caratteristici sullo sviluppo e sul metabolismo riguardano:

▣ Struttura della parete cellulare

Il boro, insieme al calcio, riveste un ruolo fondamentale nell'ispessimento della parete cellulare (stabilizza i legami fra i vari componenti della parete).

▣ Integrità delle membrane cellulari

Particolarmente significativa è l'influenza del boro sull'integrità delle membrane e quindi sulla permeabilità, con risvolti positivi sull'assorbimento degli elementi nutritivi (ione fosfato, cloro, ecc.) e sull'attività di alcuni enzimi, dai quali dipende il trasporto ionico (es. H-ATPasi).

▣ Metabolismo dei carboidrati e delle proteine

In carenza di boro viene alterato il metabolismo glucidico, e di conseguenza anche quello legato alla sintesi dei lipidi.

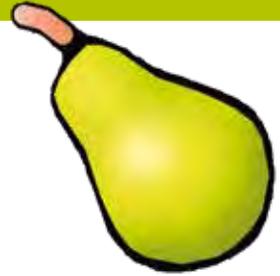
▣ Fenomeni riproduttivi

Il boro interviene in alcune tappe fondamentali del ciclo riproduttivo, quali l'induzione a fiore, la germinabilità del polline, l'allegagione e l'allungamento del tubetto pollinico. La presenza di boro sullo stigma consente di inattivare il callosio nella parete del tubetto pollinico; ciò risulta utile in quanto, ad elevati livelli di callosio, viene stimolata la sintesi di fitoalessine e la pianta reagisce come se fosse stata infettata da batteri con turbe dell'allegagione.

Nel momento in cui viene rilevata una "boro carenza", ferma restando l'esigenza di una equilibrata gestione nutrizionale della pianta, l'intervento fogliare rimane quello più efficace, grazie alla capacità delle foglie di assorbire rapidamente sia macro sia microelementi. È confermato che trattamenti a base di boro, eseguiti fra novembre ed aprile, possono influenzare la percentuale di schiusura delle gemme e quindi la fioritura, con diminuzione dell'incidenza dell'aborto dell'ovario e miglioramento della germinabilità del polline (il polline dell'olivo germina meglio su substrato contenente sali di calcio e boro)- "*P. Fiorino. Collana dell'Accademia Nazionale dell'olivo e dell'olio*". La letteratura scientifica consiglia di intervenire ad inizio mignolatura (fine aprile) e, poi, dopo 15-20 giorni durante la mignolatura; i trattamenti non devono essere eseguiti in piena antesi. Ad allegagione avvenuta (circa due settimane dopo la piena fioritura) può essere importante un ulteriore trattamento per migliorare lo sviluppo dei frutti e la crescita dei germogli; l'incidenza della cascola dei frutti viene ridotta.

PERO

Preferisce terreni profondi, con basso contenuto di calcare attivo e pH sub-acido o neutro. Con pH elevato e/o alta presenza di calcare attivo (>4%) manifesta clorosi, soprattutto con portinnesto cotogno.



Asportazioni

Il consumo medio annuo di azoto per ettaro è di circa 40-50 unità; il fosforo viene assorbito in quantitativi di 25-50 kg/ha, mentre il potassio è asportato in dosi medie di circa 80-90 kg/ha di K₂O.

Asportazioni medie di elementi nutritivi in kg/ha (impianto in piena produzione)

Elementi	Azoto (N)	Fosforo (P ₂ O ₅)	Potassio (K ₂ O)	Calcio (CaO)	Magnesio (MgO)
Asportazioni kg/ha	70-90	5-10	65-85	135-140	12-15

Ecofisiologia delle asportazioni

La maggior richiesta di azoto avviene tra la fine di aprile e gli inizi di luglio. L'accumulo di fosforo nelle foglie è massimo a luglio, mentre nei frutti l'assorbimento segue l'accrescimento di questi e continua fino alla raccolta. Nella stagione vegetativa il fabbisogno di potassio è inizialmente basso, ma aumenta rapidamente con la fruttificazione e la crescita dei frutti.

In generale, i periodi critici possono così schematizzarsi:

Azoto: post-floritura; maggio-giugno (sviluppo vegetativo, sviluppo del frutto, induzione a fiore); post-raccolta.

Fosforo: dalla ripresa vegetativa.

Potassio: da 4-6 settimane dopo la fioritura fino alla raccolta.

Concimazione di produzione

La ripresa vegetativa (schiusura gemme, germogliamento, fioritura ed allegagione) avviene in massima parte a carico delle sostanze di riserva accumulate nei tessuti parenchimatici durante la precedente stagione vegetativa.

L'azoto verrà distribuito in quantitativi variabili fra 40 e 80 unità/ha a partire da dopo l'allegagione. In caso di varietà o portinnesti vigorosi e di scarsa

allegazione, si distribuirà la dose minima. Per favorire la ricostituzione delle riserve è bene intervenire con apporti autunnali pari a circa il 40-50% della dose annua stabilita. Il potassio, in ragione di circa 50 unità/ha, può essere distribuito possibilmente in fertirrigazione dalla fioritura a fine maggio.

Le concimazioni autunnali di boro permettono di accumulare l'elemento nella pianta per la primavera successiva; i trattamenti fogliari con l'elemento vengono effettuati dall'inizio della fioritura, evitando trattamenti in piena fioritura.

Fertirrigazione

A prescindere dal quantitativo di elementi nutritivi da apportare durante l'intero ciclo colturale (ridotto del 20 % in fertirrigazione), che va sempre determinato sulla base di uno specifico bilancio aziendale, si consiglia di verificare la risposta vegetativa della coltura attraverso l'analisi fogliare e dei nitrati nel terreno e, sulla base di queste, si apporteranno le dovute modifiche, in particolare delle dosi di azoto.

Esempio di piano di fertirrigazione

data indicativa	settimane da fioritura	fase	AZOTO N		FOSFORO P ₂ O ₅		POTASSIO K ₂ O		MAGNESIO MgO	
			Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%
1 aprile	0	fioritura								
8 aprile	+1		1.9	4%	9.8	50%				
15 aprile	+2		1.8	3%						
22 aprile	+3		1.9	4%	9.8	50%				
29 aprile	+4		1.8	3%					2.2	15%
6 maggio	+5		2.0	4%						
13 maggio	+6		2.3	4%			8.3	10%	3.0	20%
20 maggio	+7		2.4	4%						
27 maggio	+8		2.3	4%			8.3	10%		
3 giugno	+9		2.4	4%					4.5	30%
10 giugno	+10		2.6	5%			9.2	10%		
17 giugno	+11		2.5	5%					4.5	30%
24 giugno	+12		3.2	6%						
1 luglio	+13		3.2	6%					0.5	3%
8 luglio	+14		3.2	6%			11.5	14%	0.3	2%
15 luglio	+14		3.2	6%			11.5	14%		
22 luglio	+16		3.2	6%			11.5	14%		
29 luglio	+17		3.2	6%			11.5	14%		
5 agosto	+18		2.8	5%						
12 agosto	+19		2.8	5%						
19 agosto	+20		2.3	4%						
26 agosto	+21	raccolta								
Post-raccolta			3.2	6%			11.5	14%		
Totale Kg/ha			54.7		19.5		83.3		15.0	

(Fonte: Esperienza nel ferrarese)

PESCO

Trova le migliori condizioni di coltivazione in terreni freschi, profondi, di medio impasto. Non tollera la presenza di ristagni idrici (non oltre 30% di argilla) e di calcare attivo elevato (clorosi ferrica).



Asportazioni

Asportazioni di macroelementi

Elemento	Quantità (kg/ha)
N	90-150
P	10
K	80
Ca	65
Mg	10

(Fonte: Xyloyannis-Celano)

Azoto asportato da un pescheto in piena produzione

Organo	S.S. prodotta (t/ha)	N asportato (kg/ha)
Frutti	20-35 (peso fresco)	20-35
Foglie	1.1-1.7	34-53
Legno di potatura	1.5-2.1	15-21
Tronco e branche	3.5	35
Radici	1.2	12
TOTALE	-	126-156

(Fonte: M. Tagliavini et. al.)

Ecofisiologia degli assorbimenti minerali

In primavera la pianta utilizza le riserve di azoto fino a caduta petali; a partire da questa fase inizia gradualmente l'assorbimento radicale. Nelle cultivar precoci l'azoto assorbito tra la fioritura e il diradamento dei frutti è circa il 20% di quello assorbito durante l'intero ciclo vegetativo annuale. Il massimo assorbimento (circa i 2/3 del totale) avviene tra il diradamento ed il mese di agosto, periodo che corrisponde alla rapida crescita dei germogli. Tra il mese di settembre e la caduta delle foglie viene assorbita la rimanente quota di azoto necessaria alla pianta.

Nelle cultivar a maturazione più tardiva, il 10% del totale viene assorbito durante le prime fasi di sviluppo, il 65% dell'assorbimento avviene durante la crescita dei germogli (metà maggio-fine agosto) e circa il 25% viene asportato da settembre in poi.

Il fosforo trova collocazione nelle prime fasi dello sviluppo vegeto-produttivo, in quanto l'elemento stimola lo sviluppo radicale (specialmente in condizioni di basse temperature). Per il potassio, il fabbisogno cresce in parallelo con quello dell'azoto, ma diminuisce molto più rapidamente dopo la raccolta; l'apporto dell'elemento diventa importante durante tutto il periodo ingrossamento fruttimaturazione. Il calcio è assorbito gradualmente (circa il 30% fino alla raccolta) ed accumulato in massima parte nelle foglie e nel legno.

Concimazione di produzione

Indicativamente, le epoche più opportune per la distribuzione dell'azoto coincidono con la fase di caduta petali e con il diradamento dei frutti. Per evitare apporti in prossimità della raccolta è consigliabile intervenire entro fine maggio nelle cultivar precoci, ed entro metà giugno per quelle tardive.

Nel caso in cui l'apporto annuo previsto sia inferiore alle 60 unità di N/ha è possibile effettuare una singola distribuzione fra fioritura e diradamento.

Il ricorso alla concimazione autunnale (inizio settembre) deve essere attentamente valutato con la stima del livello dei nitrati alla fine di agosto. In un terreno di medio impasto, valori pari a 10 ppm di azoto nitrico nello strato del filare compreso tra 5-50 cm di profondità, sono largamente sufficienti per le necessità di azoto del pesco in questa fase. Se non vi è possibilità di ricorrere all'analisi dei nitrati si può ricorrere all'esame visivo della pianta; scarso accrescimento dei germogli e colorazione gialla delle foglie sono sintomo della carenza di azoto.

Nei terreni più sciolti, e nel caso in cui si debba effettuare l'apporto autunnale di azoto (cultivar tardive e molto tardive), si può ricorrere alla concimazione fogliare con urea a basso titolo di biureto alla concentrazione dell'1-2%.

In primavera, il ricorso alla concimazione fogliare con azoto trova giustificazione solo nel caso in cui le riserve dell'anno precedente negli organi perenni stanno per esaurirsi e l'assorbimento radicale non è sufficiente a soddisfare le esigenze dell'albero (temperature dell'aria fredde e terreni umidi). Un'apporto fogliare con azoto prontamente assimilabile può migliorare l'allegagione, soprattutto in frutteti giovani non ancora in piena produzione, privi perciò di organi legnosi in grado di accumulare riserve.

Sulla base dell'analisi del terreno, il fosforo può essere distribuito ogni 3-4 anni con circa 40-50 kg/ha di P (casi di normale dotazione; 10-20 ppm di P). Per il potassio, nel caso la dotazione del terreno sia ritenuta normale, si può apportare la quota dell'elemento asportata dai frutti. Se invece la dotazione è bassa, la frazione asportata può essere integrata con 20-40 kg/ha, al fine di ripristinare la fertilità

del suolo. Laddove la disponibilità è elevata (180-200 ppm), la dose può essere ridotta a 40-50 kg/ha, mentre nel caso di dotazioni molto elevate (> 200 ppm) la concimazione può essere sospesa per alcuni anni. In genere si preferisce distribuire l'intera dose di K in primavera, anche frazionandola in 2-3 apporti per evitare eccessive concentrazioni nel terreno, con rischi di fissazione dell'elemento.

Le concimazioni fogliari con calcio possono migliorare la consistenza della polpa e ridurre la rugginosità dell'epicarpo. Gli studi effettuati hanno dimostrato che i risultati variano molto con le varietà.

Piano indicativo di fertilizzazione tradizionale di un pescheto in piena produzione

Fasi	Fertilizzante	Dosi	Epoca di somministrazione
Pre-impianto (concimazione di fondo)	Letame maturo Perfosfato minerale (acido) Scorie Thomas (basico) Solfato di potassio	35-50 t/ha 1-1.5 t/ha 1-1.5 t/ha 0.5-0.6 t/ha	Dopo lo scasso o prima e dopo i lavori superficiali
Allevamento	1° anno (azoto) 2° anno (azoto)	0.180-0.200 unità/pianta 0.350-0.400 unità/pianta	Ripresa vegetativa
Produzione	Azoto (N) Fosforo (P ₂ O ₅) Potassio (K ₂ O)	70-150 unità /ha 50-70 unità/ha 70-100 unità/ha	Azoto: 35% caduta petali 40% diradamento frutti 25% fine estate P e K prima delle piogge autunnali

(Fonte: Modelli di peschicoltura ecocompatibile per la Campania- Regione Campania)

Fertirrigazione

Esempio di fertirrigazione di pescheto in piena produzione

Intervento n°	Data indicativa	Fase fenologica	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	MgO (kg/ha)
1	30/03	Caduta petali	2	4	0	0
2	15/04	Scamicciatura	4	4	0	0
3	30/04	-	4	4	0	0
4	15/5	Diradamento	4	4	0	0
5	30/5	-	6	0	12	2
6	15/6	-	6	0	10	2
7	22/6	-	6	0	8	2
8	30/6	-	6	0	8	2
9	07/7	-	6	0	8	0
10	15/7	-	6	0	8	0
11	22/7	-	6	0	8	0
12	30/7	Raccolta	6	0	8	0
13	07/8	-	6	0	8	0
14	15/8	-	6	0	8	0
15	30/0	Post- raccolta	10	0	0	0
Totale apporti	-		84	16	84	8

(Fonte: La fertilizzazione delle drupacee- CRPV)

SUSINO

Trova le migliori condizioni di coltivazione nei terreni di medio impasto e ben drenati. Presenta una buona resistenza all'asfissia radicale e alla clorosi ferrica; è sensibile alla salinità.

Le varietà medio-tardive e tardive presentano esigenze idriche e nutrizionali maggiori rispetto alle precoci.



Asportazioni

La quantità di nutrienti annualmente asportata dipende dall'età dell'impianto, dai gesti d'impianto, dalla produzione, dalla combinazione d'innesto, dalla forma di allevamento, dalla varietà, ecc.

Asportazioni medie di un susineto in produzione

Organo	S.S. (t/ha)	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (Kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)
Frutti	3.5	17.1-54.2	0.4	4.5	1.2	2.1
Foglie	3.0	58.2	3.3	30.0	52.1	7.5
Legno potatura	3.2	36.4	4.5	19.8	40.3	7.0
Potatura verde	0.2	4.9	0.5	7.7	1.6	0.8
TOTALE	9.9	116.6- 153.7	9.7	112.0	95.2	17.4

(Fonte: Plich e Wojcik; Alcaez –Lopez et. al.)

Ecofisiologia degli assorbimenti minerali

Così come in altre specie fruttifere, la fioritura e le prime fasi vegetative avvengono a spese delle riserve metaboliche accumulate nella stagione precedente negli organi perenni (fusto e radici).

Dalla fase di caduta petali le nuove foglioline funzionano da organi “source” di fotoassimilati e, contemporaneamente, le nuove radici iniziano l'assorbimento degli elementi minerali.

L'assorbimento di azoto inizia quindi dalla fase di allegazione, con un valore medio del 15% sul totale (entro il mese di aprile).

Da maggio a fine agosto la pianta assorbe circa il 60% del proprio fabbisogno di azoto; il rimanente 25% servirà per la costituzione delle riserve, specialmente nelle radici.

Concimazione di produzione

Piano indicativo di concimazione di un susineto in produzione

Intervento n°	Fase fenologica	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (Kg/ha)	Mg (kg/ha)
1	Caduta petali	30-40	10	50	10
2	Diradamento	40-50	-	50	-
3	Post-raccolta	20-30	-	-	-
Totale apporti	-	90-120	10	100	10

Si consiglia di frazionare gli apporti di azoto alla caduta petali (25-30%), al diradamento dei frutti (40-50%) ed in post-raccolta entro settembre (20-25%).

La concimazione fosfatica, nel caso le analisi del terreno evidenzino condizioni di normalità, può essere effettuata ogni 3-4 anni con circa 40-50 kg/ha di P.

Il potassio e, in particolare, il giusto rapporto K/Ca, svolgono un ruolo importante nel migliorare la qualità della frutta.

Concimazione fogliare

Il susino è in grado di assorbire con buona efficienza le soluzioni fertilizzanti distribuite sulla chioma. La concimazione fogliare con azoto risulta efficace in primavera nel caso le riserve accumulate negli organi perenni non siano sufficienti a soddisfare l'elevata carica produttiva dell'albero, soprattutto in presenza di anormali condizioni pedologiche che limitano gli assorbimenti radicali.

Una concimazione fogliare con azoto in primavera può migliorare l'allegagione, in particolare sulle piante giovani prive di organi legnosi di riserva.

In post-raccolta, l'azoto fogliare può essere consigliato nei casi di elevate produzioni, anche se la buona presenza di umidità nel terreno può ancora permettere un regolare assorbimento radicale.

Il magnesio può essere distribuito per via fogliare per risolvere eventuali carenze, mentre il calcio migliora la consistenza e la resistenza alle manipolazioni del frutto.

Il boro è importante per la germinabilità del polline; gli interventi possono essere programmati secondo diverse strategie: 1^a In pre-fioritura al terreno; 2^a N° 3 trattamenti fogliari: in pre-fioritura, all'inizio della fioritura e a caduta petali; 3^a Entro il mese di settembre.

Il titanio sembra migliorare l'allegagione e la maturazione dei frutti, oltre che favorire l'assorbimento del calcio e del ferro.

Fertirrigazione

Piano indicativo di fertirrigazione in susineto in piena produzione

Intervento n°	Fase fenologica	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (Kg/ha)	Mg (kg/ha)
1	Caduta petali	2	2.5	0	0
2	Scamicatura	4	2.5	0	0
3	-	6	2.5	0	0
4	Diradamento	6	2.5	10	0
5	-	8	0	10	2.5
6	-	8	0	10	2.5
7	-	8	0	10	2.5
8	-	8	0	10	2.5
9	-	8	0	10	0
10	-	8	0	10	0
11	-	8	0	10	0
12	Raccolta	6	0	0	0
13	Post-raccolta	6	0	0	0
14	-	4	0	0	0
TOTALE	-	90	10	80	10

(Fonte: La fertilizzazione delle Drupacce-CRPV)

VITE (uva da vino)

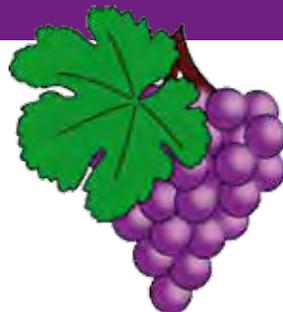
Qualsiasi piano di concimazione deve essere concepito nell'intento di migliorare la fertilità biofisica del suolo. Un'antica massima del passato così sosteneva: “Per nutrire le piante, bisogna nutrire la terra”.

È evidente a questo punto che gli elementi decisivi non sono solo azoto, fosforo e potassio, ma anche e soprattutto carbonio, idrogeno, ossigeno (elementi fondamentali della sostanza organica).

La pianta deve essere immaginata come un individuo che ama nutrirsi con regolarità; essa “mangia”, “beve” e “respira”.

Tutto questo significa che una corretta concimazione non può essere disgiunta da un buon ammendamento, con lo scopo principale di conservare la fertilità fisica del suolo (tessitura, struttura, porosità), ma anche e soprattutto di stimolarne l'attività microbiologica (in special modo della rizosfera).

È relativamente facile fertilizzare in una prospettiva quantitativa, mentre è molto più complesso in vista di un approccio qualitativo.



Una “cattiva” concimazione (insufficiente, disequilibrata o eccessiva) influenza non solo la produzione ma ugualmente la qualità. È necessario inoltre essere attenti all’impatto che questa pratica può avere sull’ambiente.

I principi generali che devono guidare una corretta concimazione in viticoltura possono essere i seguenti:

Osservazioni del vigneto: comportamento delle piante (rendimento, vigore, sensibilità alla botrite, colore delle foglie, sintomi di carenza, numero di germogli, ecc.), bande testimoni senza concimazione (facili da realizzare), profilo pedologico e radicale;

Analisi del suolo: permette di valutare l’ambiente radicale (argilla, CSC, pH, sostanza organica) e di giudicare la ricchezza in elementi minerali;

Altre tipologie di analisi: analisi fogliare (per valutare quello che la pianta assorbe realmente), analisi del mosto (utile per l’azoto), analisi della linfa (interessante, ma mancano dati di riferimento), analisi peziolare, analisi della fluorescenza della clorofilla (ancora a livello sperimentale, ma promettente);

Ritmi di assorbimento: come per molte altre piante perenni legnose, il ruolo delle riserve è molto importante. Per esempio, il 20% circa dell’azoto necessario alla pianta proviene direttamente dalle riserve dell’anno precedente;

Obiettivo enologico: se la finalità è ottenere vini bianchi e/o rosati da consumarsi giovani, bisognerà favorire la conservazione di una buona acidità del mosto e di una componente aromatica floreale. Può essere utile aumentare ragionevolmente l’azoto per prolungare l’attività vegetativa; è necessario altresì calibrare la dose di potassio che, se in eccesso, porterebbe ad una salificazione degli acidi e ad un innalzamento del pH. Se si vuole produrre un vino rosso da invecchiamento, le concimazioni dovranno essere tali da favorire la completa maturazione delle uve, sostenendo la formazione di un adeguato ed equilibrato apparato fogliare, fondamentale per permettere l’accumulo di zuccheri, polifenoli e sostanze aromatiche.

La crescita dei germogli deve arrestarsi precocemente “già in post-allegagione”, in modo tale da traslocare i fotosintetati verso i grappoli.

Tutti gli apporti devono essere giustificati. Sono sconsigliati (tranne in casi di carenze accertate) i prodotti ad applicazione fogliare che apportano simultaneamente numerosi elementi già presenti nel terreno e nella pianta. Discorso a parte merita il calcio che, come dimostrato da numerose prove sperimentali, può favorire l’ispessimento delle bucce, aumentando la resistenza alla botrite e ai

marciumi acidi (interventi eseguiti fra fine allegagione e invaiatura).

La corretta impostazione di un piano di fertilizzazione non deve necessariamente iniziare da puri e semplici calcoli sui fabbisogni in azoto, fosforo e potassio, ma deve verificare la quantità e la qualità della sostanza organica presente nel terreno.

La maggior parte dei suoli è povera in materia organica e non saranno i semplici fertilizzanti organici e/o organo minerali diffusi in commercio a ridare “nuova vita” ai terreni.

È necessario comprendere prima di tutto l’importanza della sostanza organica, ma è fondamentale saper gestire le complesse relazioni fra questa e le altre pratiche agronomiche effettuate annualmente nei vigneti (lavorazioni in primis).

Prima di acquistare, è bene saper sfruttare al meglio ciò che si ha già in azienda: sarmenti, erba trinciata, eventuali compost, sovesci, ecc.

La frequenza di applicazione non obbliga ad interventi annuali, anzi sarebbe più corretto prevedere impieghi massicci di sostanza organica all’impianto.

Analizzando i fabbisogni in macroelementi, le necessità azotate del vigneto sono modeste e si attestano su una media di 20-30 kg/ettaro/anno per produzioni di uva moderate (queste quantità devono poi essere calibrate in relazione agli obiettivi qualitativi: vini rossi, vini rosati, vini base spumante, vini da invecchiamento, ecc.)

Nel caso di obiettivi a forte produzione, questi quantitativi possono essere raddoppiati (l’eccesso di azoto ritarda la maturazione, favorisce le ampelopatie, conduce ad una scarsa colorazione del grappolo). Essi possono essere soddisfatti, almeno in parte, dall’azoto fornito dalla mineralizzazione della sostanza organica del suolo.

L’obiettivo di una fertilizzazione razionale è quello di individuare e mantenere un equilibrio fra “bisogni della pianta” ed “offerte del suolo”.

La mineralizzazione dipende dalle condizioni climatiche (temperatura, umidità) e dal tipo di suolo (tasso di argilla, pH, ecc.). All’inizio del ciclo vegetativo i fabbisogni sono bassi e possono essere soddisfatti dalle riserve dell’anno precedente, che rappresentano il 20% dell’azoto totale mobilizzato dalla pianta durante il suo ciclo.

Le necessità della pianta aumentano alla fioritura, per raggiungere un picco all’allegagione; è quindi evidente come, solo a partire dalla fioritura, la vite assorbe azoto dal terreno.

Nella gestione dell’elemento, più che discutere sulle unità da apportare, è importante ragionare sui fattori che ne influenzano la biodisponibilità e

sull'osservazione della pianta in generale.

Il tipo di suolo, l'aerazione, l'idromorfia, il tenore in sostanza organica, il tipo di sostanza organica apportata, le lavorazioni, l'eventuale inerbimento, ecc. sono fattori che condizionano fortemente l'assorbimento e la disponibilità dell'azoto. L'osservazione della pianta, specialmente in diversi anni, per valutare la vigoria, il numero dei germogli, lo sviluppo della botrite, il colore delle foglie, il diametro dei sarmenti, la copertura fogliare, il peso medio dei sarmenti, ecc. può essere di valido aiuto per effettuare opportuni aggiustamenti sulle dosi e sulle epoche di applicazione. Interessante potrebbe essere una concimazione fogliare post-raccolta (o una fertirrigazione) con azoto per incrementare le riserve negli organi perenni, abbinata ad apporti fogliari in vegetazione per aumentare il tenore in azoto dei mosti, in tutte quelle situazioni di carenza effettiva di APA (azoto prontamente assimilabile).

Il fosforo verrà fornito in quantitativi non superiori a 15-20 unità per ettaro (P_2O_5), mentre per il potassio l'intervallo può attestarsi fra 0 e 60 kg/ettaro (K_2O); eventuali apporti di magnesio devono rimanere nel range 0-25 kg/ettaro. L'epoca di applicazione è il tardo autunno, fino ad inizio primavera.

In conclusione, è necessario ricordare che la nutrizione di una pianta coltivata, fra cui la vite, è il risultato di una serie di azioni ed equilibri fisiologici che vanno ben oltre la diretta conseguenza degli interventi di concimazione eseguiti dal viticoltore. Le potenzialità della concimazione, in special modo di quella azotata, non devono creare eccessive attese e bisogna essere consapevoli del fatto che altrettanto rapidi possono essere gli effetti negativi di alcuni eccessi nelle dosi.

In sintesi, la fertilizzazione deve soddisfare il fabbisogno della vite in misura tale da poterne controllare la vigoria e la produzione, valorizzando la qualità dell'uva e il territorio, minimizzando l'impatto ambientale ed evitando inutili costi.

Asportazioni

Le asportazioni annuali di macroelementi per ettolitro di vino sono: 1 kg di azoto; 0.12 kg di fosforo; 1.1 kg di potassio e 0.28 kg di magnesio. Per una produzione di 120 hl/ha (circa 16 t di uva) sono necessari 57 kg di azoto, 9 kg di fosforo, circa 90 kg di potassio e 10 kg di magnesio (considerando solo il riciclo foglie ed asportazione dei sarmenti). Nel caso di riciclo dei sarmenti, le restituzioni possono attestarsi su 38 kg per l'azoto, 6 kg per il fosforo, 50 kg per il potassio e 4 kg per il magnesio.

Ecofisiologia degli assorbimenti minerali

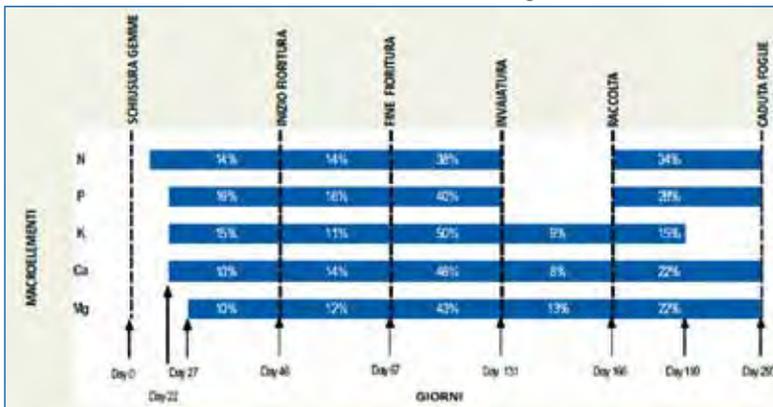
Il fabbisogno in azoto è elevato in prossimità della fioritura (sviluppo dei germogli, foglie e grappoli), per poi diminuire in pre-chiusura grappolo e arrestarsi in concomitanza dell'invaiaatura. Un secondo assorbimento si realizza fra la vendemmia e la caduta delle foglie, quando le radici sono di nuovo attive.

L'apparato radicale della vite presenta un primo picco di attività tra il germogliamento e la fioritura, e un secondo picco tra la raccolta delle uve e la caduta delle foglie. Il fabbisogno in fosforo è crescente dal germogliamento alla fine della fioritura, per poi diminuire tra pre-fioritura e chiusura grappolo-invaiaatura; le richieste aumentano nuovamente tra la maturazione e la caduta foglie. Nel caso del potassio, il fabbisogno è massimo fra inizio fioritura e pre-chiusura grappolo, per poi diminuire nell'ultima fase del ciclo vegetativo. Il magnesio viene assorbito dal germogliamento alla fioritura, con un picco a fine fioritura.

Ritmi di assorbimento dei vari elementi durante il ciclo vegetativo



Assorbimento di macroelementi durante le diverse fasi fenologiche.



(Fonte: Prof. V. Nuzzo. Università degli Studi della Basilicata).

Fabbisogni annuali medi per vigneto in produzione

Elemento	Fabbisogni (kg/ha/anno)	Fase fenologica di maggior richiesta
Azoto	40-60 (N)	Germogliamento; Post-allegagione; Post-raccolta su vitigni o zone a vendemmia precoce
Fosforo	20-30 (P ₂ O ₅)	Germogliamento; Fioritura; Allegagione
Potassio	80-120 (K ₂ O)	Germogliamento; Post-allegagione; maturazione
Calcio	60-130 (CaO)	Pre-fioritura; Maturazione
Magnesio	15-25 (MgO)	Germogliamento; Pre-invaiaura
Zolfo	1	Germogliamento

(Fonte: D. Porro)

Disseccamento del rachide ed “appassimento del grappolo” (*sugar accumulation disorder*)

I fattori di rischio per il disseccamento del rachide possono essere:

- Forte vigoria.
- Terreni acidi.
- Elevata umidità del terreno.
- Rapporto potassio/magnesio (K/Mg) sfavorevole (elevato potassio).
- Fattori di stress (es. basse temperature e piogge durante la fioritura e l’invaiaura)

Esiste una diversa suscettibilità varietale e fra portinnesti. Fra le misure di contenimento della fisiopatia si ricordano:

1. Gestione del terreno: le lavorazioni del terreno in annate umide possono favorire il disseccamento. Nei vigneti vigorosi è preferibile inerbire.

2. Potatura verde: eccessive sfogliature possono favorire il disseccamento del rachide; una modesta sfogliatura risulta vantaggiosa. Evitare cimature troppo drastiche che riducono notevolmente la massa fogliare.

3. Irrigazione: a partire dall’inizio maturazione non si deve stimolare la crescita eccessiva della vegetazione. L’umidità “riattiva” l’assorbimento del potassio.

4. Nutrizione minerale: evitare eccessive disponibilità di azoto. L’eccesso di potassio può inibire l’assorbimento di magnesio. Una buona fecondazione riduce il rischio di disseccamento; trattamenti fogliari con boro in pre e post-fioritura possono migliorare la fecondazione. Sono consigliati 2-3 interventi fogliari con magnesio entro la fase di maturazione. Non sempre si ottengono buoni risultati dalle applicazioni fogliari di magnesio. Nell’appassimento del grappolo, o “berry shrivell”, gli acini hanno una bassa quantità di zuccheri, sono acidi e insipidi. In genere la fisiopatia, le cui cause non sono ancora note, si confonde con il disseccamento del rachide. È possibile discriminare le due alterazioni schiacciando gli acini: gli acini colpiti dal *berry shrivell* perdono immediatamente succo.

Come prevenzione è possibile solo adottare misure che tendono ad uno sviluppo equilibrato della pianta, evitando stress idrici, elevate produzioni, drastiche sfogliature e/o cimature, ecc.

Clorosi ferrica (secondo R. Fox, Weinsberg)

• Clorosi da calcare

È dovuta ad immobilizzazione del ferro.

• Clorosi da compattamento

Carenza di ossigeno ed elevata concentrazione di CO_2 . L'anidride carbonica reagisce con il calcare attivo originando bicarbonato che immobilizza il ferro nella pianta.

• Clorosi da maltempo, da umidità

Tereni umidi e freddi. Carenza di ossigeno. Inibizione dell'accrescimento degli apici radicali a causa della produzione di metano e acido solfidrico.

• Clorosi da eccesso di produzione o da "indebolimento"

La scarsa produzione di sostanze energetiche riduce il rilascio di ioni H^+ e rende difficoltosa la riduzione del ferro. Lenta crescita degli apici radicali.

• Clorosi da stress idrico

Carenze di riserve energetiche; scarso accrescimento degli apici radicali.

• Clorosi da sviluppo

In presenza di rapida crescita, dovuta a particolari condizioni meteorologiche, è necessaria la sintesi di una grande quantità di clorofilla in poco tempo. Ciò prevede una grande richiesta di ferro, con notevole dispendio energetico. Contemporaneamente gli apici vegetativi richiedono molta energia per la crescita, che viene distolta dagli radicali (scarso sviluppo delle radici).



Massimo assorbimento di elementi minerali dall'apice radicale

Elementi minerali, qualità dei mosti e dei vini

Dopo un lungo periodo di “stasi” della ricerca scientifica sulla relazione concimazione/qualità, è oggi chiara l’influenza che alcuni elementi fertilizzanti ha sulle caratteristiche qualitative dei vini.

Nel corso della vinificazione, una parte dei minerali assorbiti dalla pianta passa nel mosto e può essere utilizzata dai lieviti e dai batteri fermentativi, per ritrovarsi poi nel vino finale.

Capire e “dosare” bene questi elementi (azoto, fosforo, magnesio e potassio, ecc.) non ha solo importanza sul livello quantitativo delle produzioni, ma è fondamentale per ottenere prodotti di alto profilo sensoriale.

Il consumatore moderno è maggiormente attento al complesso gustativo ed olfattivo di un vino, ed è capace di avvertire e/o rilevare particolari non rispondenti alle caratteristiche proprie della varietà e/o del “Terroir”.

Tutte le tecniche agrocolturali attuate nel vigneto possono agire in sinergia o in antagonismo con i fertilizzanti; capire e gestire meglio la nutrizione idrico-minerale rappresenta oggi un traguardo importante per una viticoltura di qualità e di lungo periodo. Ignorare, ad esempio, l’influenza dell’azoto sulla regolarità delle fermentazioni, significa non solo andare incontro a blocchi e/o arresti fermentativi, ma anche perdere note aromatiche e condizionare negativamente le caratteristiche di stabilità fisico-chimiche dei vini.

Una carenza di composti azotati (APA=azoto prontamente assimilabile), specialmente nei vini bianchi, rosati e frizzanti, rende i prodotti facilmente ossidabili (per mancanza di glutazione), oltreché sensibili a “stress” gustativi ed olfattivi; nei vini rossi, la deficienza di azoto può ugualmente disturbare l’attività dei batteri lattici, con evidenti ripercussioni sulla fermentazione malolattica.

L’eccesso dell’elemento, anche se spesso ignorato dal viticoltore (specialmente se abituato a remunerazioni basate solo sul quoziente peso o su parametri sicuramente importanti, ma non unici per la qualità di un vino- vedi zuccheri e acidità), può comportare un surplus di vigoria sulla pianta ed alcune problematiche enologiche, quali eccessi proteici, eccesso di ammine biogene (potenziale pericolo di allergie), eccessi di urea (può trasformarsi in carbammato di etile, potenzialmente pericoloso), aromi erbacei, ecc.

Il fosforo è essenziale per la fermentazione, ma gioca altresì un ruolo primario sull’acidità e sulla stabilità e tenuta del colore. Gli eccessi, raramente comportano problemi.

Potassio e magnesio sono i due cationi maggioritari nella composizione dell’uva. Una carenza di potassio può indurre un ritardo di maturazione, con mosti/vini acidi, poco colorati, notevolmente astringenti e dal “gusto verde” (gusto di foglie, di peperone); i tannini sono grossolani ed erbacei.

Un eccesso di potassio (frequente) comporta un anticipo di maturazione, con sfasamento temporale della maturità tecnologica e fenolica; la mancanza di acidità che ne consegue si ripercuote negativamente sul colore e sulla conservazione.

L’eccesso di potassio (in particolari condizioni fisico-chimiche) si traduce sovente in precipitazioni di bitartrato di potassio nei vini.

L’aumento della temperatura terrestre porta di per sè ad un anticipo di maturazione; se questo è abbinato ad elevati livelli di K nel terreno, gli effetti vengono amplificati.

La magnesio-deficienza ha riflessi negativi sulla fermentazione malolattica (i batteri lattici hanno bisogno di Mg) e sembra produrre vini poco colorati.

VITE (Uva da tavola)

La concimazione dell’uva da tavola va regolata caso per caso ed adattata ai diversi ambienti, varietà, tecniche di forzatura (es. incisione anulare, ormonature, ecc.), dati analiti del terreno e dell’acqua di irrigazione, ecc.

Indicativamente si riportano alcuni dati di assorbimento derivati da varie fonti bibliografiche.

Asportazioni medie di macroelementi in uva da tavola

Elemento	Kg/t uva prodotta	Kg/20 t uva	Kg/30 t uva	Kg/40 t uva
N	2.10	40.2	60.3	80.4
P2O5	0.75	15	22.5	30
K2O	4.0	80	120	160
CaO	0.50	10	15	20
MgO	0.25	5.0	7.5	10
S	0.17	3.4	5.1	6.8

(Fonte: Coltivazione della vite ad uva da tavola. Università di Bari; Prov. di Bari)

Asportazione di macroelementi (kg/ha) in vigneto con circa 1600 piante /ha (var. Red Globe)

Fasi fenologiche	N	P	K	Ca	Mg
Germogliamento-fioritura	11.6	0	0	19.5	0
Fioritura-invaiaitura	45.5	62.1	100.8	42.1	10
Invaiaitura-raccolta	20.6	5.4	55.3	16.8	11.6
Post-raccolta	12.5	5.4	27.6	12	7.7
Totale fertirrigazione	90.2	73	183.7	90.4	29.3
Post-raccolta	15	25.9	23.4	0	5.6
Totale annuo	105.2	98.9	207	90.4	34.9

(Fonte: SQMC Cile)

29. SCHEDE DI CONCIMAZIONE-COLTURE INDUSTRIALI

BARBABIETOLA DA ZUCCHERO



Fabbisogni

Elemento	Fabbisogno totale (kg/ha)
N	215
P ₂ O ₅	97
K ₂ O	318

(Produzione di 55 t/ha al 15% di polarizzazione)

Azoto

Una dotazione eccessiva produce rigoglio vegetativo, basse polarizzazioni, alti contenuti di azoto alfa-amminico nelle radici (fattore melassigeno), ecc.

Le analisi del terreno per la determinazione dell'azoto utilizzano il metodo del cloruro di calcio.

Le dosi normalmente distribuite variano fra 80-120 kg/ha di azoto.

In pre-semina non si deve apportare più del 30% del fabbisogno; in funzione delle precipitazioni, nel periodo marzo-aprile, potrebbe essere necessario un apporto correttivo (es. nitrato ammonico). L'ultimo apporto non deve andare oltre lo stadio di 6-8 foglie per evitare scadimenti qualitativi.

Variazioni da apportare alla dose standard

Parametro	Incrementi/diminuzioni
Distribuzione letame	-30 kg
Distribuzione liquame	-60 kg (-60; 80%)
Coltura precedente frutteto-vigneto	-60 kg
Coltura precedente medica, patata, orticole	-40 kg
Coltura precedente sorgo, soia	+ 20 kg
Piogge marzo-aprile 0-80 mm	Nessuna
Piogge marzo-aprile 80-200 mm	+ 20 kg
Piogge marzo-aprile > 200 mm	+30 kg
PSD e polarizzazioni base ed alti valori di alfa-N	-40; -50 kg
Produzioni attese > 60 t/ha	+ 20 kg
Terreni sciolti o molto sciolti	+ 20 kg

Fosforo

La soglia di sufficienza è intorno a 20 mg/kg di P₂O₅ (Olsen).

In terreni sufficientemente dotati, l'intera dose (40-70 kg/ha) può essere apportata

alla semina in localizzazione (“*dose di mantenimento*”). Nel caso non sia possibile la localizzazione, si può optare per la distribuzione in pre-semina a pieno campo. In terreni poveri di fosforo, dove è necessario intervenire con dosi elevate, è opportuno anticipare 2/3 della dose al momento della lavorazione principale del terreno. In mancanza di dati analitici si possono distribuire circa 80-100 kg/ha in pre-semina o, in alternativa, 40-70 kg/ha localizzati.

Nella localizzazione è necessario scegliere formulati a bassa dotazione di azoto ammoniacale e potassio per evitare possibili fenomeni di fitotossicità.

Potassio

In genere i terreni argillosi hanno una buona dotazione dell’elemento; è consigliabile effettuare periodicamente un’analisi del terreno.

La concimazione potassica può essere limitata a terreni aventi tessitura sabbiosa o sabbiosa-limosa con scarsa dotazione dell’elemento. In tali casi sono sufficienti 150-180 kg/ha di K_2O (come solfato di potassio) interrati con la lavorazione principale del terreno.

Microelementi

Si interviene solo in casi di carenza accertata. Per il boro, l’epoca di intervento si colloca allo stadio di 6-8 foglie.

COLZA

Asportazioni

Elemento	Kg di nutriente per 1.000 kg di granella commerciale
Azoto (N)	40-50
Fosforo (P_2O_5)	25-30
Potassio (K_2O)	35-40

(Fonte: Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino)

Azoto

Nel caso di semine in epoca normale si distribuiscono 80-120 kg/ha in un’unica soluzione alla ripresa vegetativa di fine



inverno; nel caso di semine tardive si distribuiscono 40 unità/ha di azoto in pre-semina più 80 kg/ha a fine inverno.

Fosforo

Si distribuiscono 50 kg/ha di P_2O_5 in pre-semina a pieno campo o localizzato (terreni a buona dotazione dell'elemento).

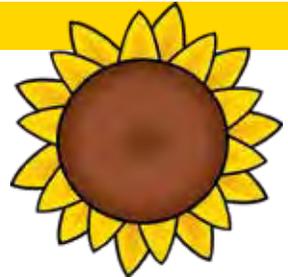
Potassio

Si distribuiscono circa 60 unità/ha di K_2O in terreni carenti; nessuna concimazione in quelli a dotazione medio-buona.

Zolfo

La pianta ha elevate esigenze in zolfo, normalmente soddisfatte dall'impiego di concimi che contengono l'elemento.

GIRASOLE



Asportazioni

Elemento	Kg di nutriente per 1.000 kg di acheni
Azoto (N)	30-40
Fosforo (P_2O_5)	15-20
Potassio (K_2O)	30-40

(Fonte: Guia pratica de la fertilizacion racional de los cultivos en Espana. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino)

Azoto

Il girasole ha un fabbisogno di circa 4.5 kg di azoto per ogni 0.1 t di seme prodotto. Per una produzione di 2.5 t/ha si richiedono circa 112 kg/ha di N.

In genere si distribuiscono 50-70 kg/ha in copertura e 70-90 kg/ha in pre-semina.

Fosforo

Non si prevedono apporti in terreni ben dotati ($P\text{ Olsen} > 20\text{ ppm}$); normalmente si distribuiscono 50 kg/ha di P_2O_5 localizzati alla semina o 70 kg/ha a pieno campo.

Potassio

Il girasole è molto esigente per il potassio (9.7 kg di K_2O per 0.1 t di acheni). In caso di carenze accertate da analisi si distribuiscono 50-60 unità per ettaro.

Boro

Data la suscettibilità della coltura alla carenza di boro, è possibile effettuare un trattamento fogliare con boro quando il girasole alto 30-40 cm.

GRANO TENERO E DURO

Insieme alla scelta varietale, la fertilizzazione rappresenta la tecnica di maggiore importanza per l'ottenimento di produzioni di elevato livello quali-quantitativo. È sempre necessario disporre di un'analisi del terreno, ed oggi è possibile, almeno per la concimazione azotata, utilizzare sistemi di precisione in grado di ottimizzare tempi e dosi di applicazione.



Concimazione fosfatica

La concimazione fosfatica deve considerare il dinamismo del fosforo nel terreno, in quanto questo elemento è presente nel suolo sia in forme organiche (humus, fitina, acidi nucleici, ecc.) che inorganiche (in combinazione con calcio, alluminio, ferro). Il fosforo organico non è assimilabile dalle piante, se non previa trasformazione operata da alcuni microrganismi del terreno; i composti inorganici risultano anch'essi poco solubili e quindi difficilmente assorbibili dalle piante. Alla luce dei complessi fenomeni che regolano la dinamica del fosforo nel terreno è bene scegliere oculatamente il tipo di concime da utilizzare e le modalità di distribuzione, in modo da ridurre la frazione di fertilizzante soggetta ad insolubilizzazione. Il titolo del concime va scelto valutando non tanto la P_2O_5 totale (solubile in acidi minerali), quanto la P_2O_5 solubile in citrato ammonico e acqua e in acqua (forme più disponibili per la nutrizione delle piante). Il fosfato biammonico, rispetto al perfosfato e ai superfosfati, migliora nel tempo la disponibilità di fosforo nel terreno, ma nei suoli ricchi di calcare le differenze tendono ad attenuarsi.

La fertilizzazione fosfatica moderna basa i suoi fondamenti sulla localizzazione

del concime e sull'utilizzo di formulati organo-minerali ottenuti da reazione e non da semplice miscelazione. La tecnica della localizzazione riduce la superficie di contatto tra lo ione fosfato e gli ioni calcio ed incrementa la quota di fosforo adsorbito dalle argille (quota disponibile per la pianta).

Nei composti organo-minerali, la frazione organica protegge il fosforo da tutti quei processi che portano alla perdita di assimilabilità; fondamentale risulta la qualità della matrice organica. In considerazione dell'elevata efficienza e della localizzazione, è possibile ridurre fortemente le dosi di concimi ad ettaro. La quantità da distribuire è in genere variabile fra 50 e 70 kg/ha di P_2O_5 , possibilmente localizzata alla semina o alla preparazione del letto di semina; interessante anche l'avvicendamento del grano con leguminose, specie che riescono ad assorbire il fosforo più efficacemente del frumento e che restituiscono poi al terreno in forma organica.

Concimazione potassica

Il frumento ha basse esigenze in potassio ed inoltre è capace di estrarre facilmente dal terreno l'elemento. Solo in casi di dotazioni inferiori a 100 ppm di K_2O , si può prevedere una distribuzione alla preparazione del letto di semina o, meglio ancora, alle colture in precessione al frumento (orticole, barbabietola, girasole, ecc.).

Concimazione azotata

Generalmente per l'azoto si considerano assorbimenti di 3 kg di unità fertilizzante per ogni 100 kg di granella prodotta (compresa la paglia). La concimazione azotata viene effettuata in copertura, in genere in tre momenti:

Inizio accestimento

Generalmente a gennaio, con semine effettuate regolarmente. Si somministra il 15-20% della dose totale prevista.

Viraggio: generalmente a febbraio, con il 35-40%.

Inizio levata-spiga 1 cm: il rimanente 40-50% nella seconda metà di marzo.

Operativamente, la prima dose viene anticipata alla semina, mentre per apporti totali inferiori alle 100 unità per ettaro è possibile intervenire in un'unica distribuzione nella fase di inizio levata (si evitano così inutili calpestanti). Sono da preferire concimi non rapidamente dilavabili o formulati a lenta cessione e con inibitori della nitrificazione. Negli areali meridionali, con produzioni di 3-5 t/ha, la dose media di azoto si attesta sui 90-120 kg/ha, con i seguenti possibili aggiustamenti:

DECREMENTI

- 20-30 kg/ha, in caso di produzioni inferiori a 3 t/ha;
- 15 kg/ha, in caso di elevata dotazione di sostanza organica;
- 50-60 kg/ha, in presenza di successione di medica o prati polifiti;
- 30-40 kg/ha, nel caso di successione di prati di leguminose e leguminose da granella;
- 20 kg/ha, dopo colture da rinnovo.

INCREMENTI

- 20-30 kg/ha, per produzione maggiori di 5 t/ha;
- 15 kg/ha, in caso di scarsa dotazione di sostanza organica;
- 30 kg/ha, in caso di interrimento di paglie o stocchi;
- 15-20 kg/ha, in caso di forti lisciviazioni dovute a piovosità eccessiva in ottobre-gennaio;

Nella scelta della tipologia di concime, quelli disponibili in commercio sono riconducibili a quattro gruppi:

- Nitrici (nitrato di calcio);
- Ammoniacali (solfato ammonico);
- Nitrico-ammoniacali (nitrato ammonico);
- Azoto organico (urea).

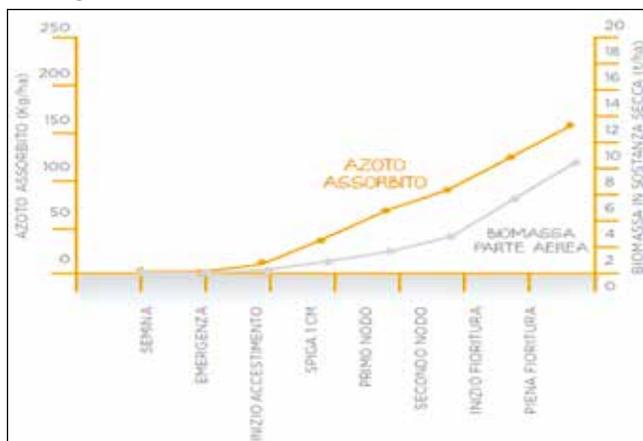
In molti disciplinari regionali sono proposti bilanci semplificati per il calcolo della dose di azoto da apportare; questi tengono conto di numerosi fattori: climatici, pedologici, percorso agronomico, varietà ecc.

L'urea non è direttamente assimilabile dalle piante e deve essere dapprima trasformata in azoto ammoniacale dall'ureasi e poi in azoto nitrico. Queste trasformazioni avvengono in condizioni di elevata temperatura e buona umidità del terreno per cui, in condizioni di periodi freddi, è preferibile utilizzare il nitrato ammonico per sfruttare la risposta immediata della coltura alla concimazione. Con temperature elevate l'urea si scioglie e si trasforma in ammoniaca in tempi molto brevi, con scarsa possibilità di penetrare nel terreno ed essere adsorbita dai colloidi; ne consegue una rapida perdita di azoto per volatilizzazione di ammoniaca. In caso di precipitazioni appena dopo la distribuzione del concime, si può avere forte dilavamento a causa dell'elevata solubilità e della scarsa ritenuta sui colloidi.

Tutto ciò fa sì che l'efficienza (80%) dell'urea sia più bassa rispetto a quella del

nitrate ammonico quando non si procede all'interramento. Infine è da sottolineare come la pratica di distribuire azoto sulle paglie, per facilitarne la degradazione, risulta tecnicamente non corretta, in quanto diversi ricercatori (Powlson et al.) hanno dimostrato, con azoto marcato, che i microrganismi del terreno non utilizzano l'azoto del concime (che verrebbe così perso) ma solo quello presente nella paglia stessa. Per quanto concerne i parametri qualitativi, la concimazione azotata migliora il contenuto proteico e di ceneri e riduce la percentuale di semi bianconati. È ormai confermato dalla ricerca che concimazioni azotate tardive alla botticella o a inizio spigatura influenzano in modo determinante gli aspetti qualitativi, ma meno quelli produttivi di granella.

È bene considerare inoltre che questi interventi possono risultare poco efficaci, se non addirittura controproducenti in annate o in ambienti particolarmente asciutti. Appare dunque interessante l'impiego di fertilizzanti a lenta cessione in epoche anticipate e/o concimi fogliari azotati in spigatura; si avrà così un prolungamento dell'attività della foglia a bandiera, il cui processo di fotosintesi è responsabile del 30-50% degli assimilati accumulati nella granella nella fase di riempimento. Ad affiancare i tradizionali metodi che permettono di scegliere epoche e dosi di concime azotato, ultimamente si stanno diffondendo strumenti che permettono, con la semplice lettura fogliare della clorofilla, di dare indicazioni sullo stato nutrizionale della coltura. Alcuni di essi sono portatili e di semplice uso (N-tester, SPAD, ecc.); altri si basano su sensori montati sulla trattrice (N-senser) e sono in grado di effettuare misure sulla luce riflessa dalla coltura e di modulare di conseguenza la distribuzione del concime.



Assorbimento di azoto nel grano

MAIS DA GRANELLA



Asportazioni

Elemento	kg di nutriente per 0.1 t di granella prodotta
Azoto (N)	2.0-2.5
Fosforo (P)	0.6-1.3
Potassio (K)	1.4-2.4

Azoto

Il mais assorbe circa il 50% del fabbisogno nella fase di fioritura (circa 15 giorni prima e 15 giorni dopo l'emissione del pennacchio). Si distribuiscono 80-120 unità /ha alla semina e 100-150 unità/ha in copertura con le sarchiature.

Fosforo

L'assorbimento del fosforo inizia già dalle prime fasi della germinazione e raggiunge il picco massimo al momento della piena fioritura. Si distribuiscono 50-70 unità/ha localizzati alla semina o, in alternativa, 80-120 unità con i lavori di affinamento autunnali.

Potassio

È assorbito maggiormente (circa il 65%) nel periodo compreso tra lo stadio di 8-10 foglie e lo stadio di "imbrunimento delle sete". Si distribuiscono 60-100 unità per ettaro con i lavori di affinamento autunnali solo in terreni con K scambiabile < a 120 ppm.

ORZO



Asportazioni

Elemento	kg di nutriente per una produzione di 7 t/ha di granella
Azoto (N)	133
Fosforo (P)	56
Potassio (K)	49

(Fonte: Agronomica)

Azoto

In genere si distribuiscono 80-90 unità/ha tra l'accestimento e l'inizio levata (orientativamente fra inizio febbraio e metà marzo).

Fosforo

0-70 unità/ha. La dose massima è riservata ai terreni carenti di fosforo. In terreni ben dotati non si effettuano apporti.

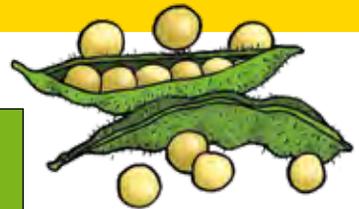
Potassio

Solo in terreni carenti si apportano circa 60 unità/ha.

SOIA

Asportazioni

Elemento	kg di nutriente per 1.000 kg di granella commerciale
Azoto (N)	60-70
Fosforo (P_2O_5)	16-20
Potassio (K_2O)	30-40



(Fonte: Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino)

Azoto

Fondamentale risulta l'inoculo alla semina con il rizobio specifico (*Bradyrhizobium japonicum*), da effettuarsi prudentemente anche in terreni che hanno già ospitato la coltura in precedenza. Si interverrà con 80-100 unità per ettaro di azoto solo nei casi di scarsa efficienza del rizobio.

Fosforo

La coltura non è particolarmente esigente in fosforo. La concimazione potrà limitarsi ad un quantitativo compensativo delle asportazioni nette, da distribuire preferibilmente in localizzazione alla semina (escludere la deposizione entro solco avanti al seme).

Potassio

La coltura non ha particolari esigenze in potassio. Nei terreni scarsamente dotati, è possibile provvedere ad un reintegro delle asportazioni.

SORGO DA GRANELLA

Asportazioni

Elemento	kg di nutriente per una produzione di 8 t/ha di granella
Azoto (N)	120
Fosforo (P_2O_5)	56
Potassio (K_2O)	32

(Fonte: Agronomica)



Azoto

Si apportano 140-180 unità per ettaro di azoto, suddivisi equamente fra pre-semina e copertura.

Fosforo

Si distribuiscono 50-70 kg/ha di P_2O_5 localizzati alla semina o, in alternativa, 70-90 kg a pieno campo. In terreni ben dotati ($P\ Olsen > 20\ ppm$) è possibile eliminare la concimazione fosfatica.

Potassio

Solo in terreni scarsamente dotati è possibile apportare una dose di 60 unità per ettaro di K_2O .

30. SCHEDE DI CONCIMAZIONE-COLTURE ORTICOLE

ASPARAGO

Il programma di concimazione dell'asparago deve basarsi sulle asportazioni di elementi minerali effettuate dalla coltura e sulla concentrazione di questi nel terreno rilevata attraverso analisi chimica.

Questa analisi deve essere eseguita prima dell'impianto per definire una corretta concimazione di fondo, e deve essere



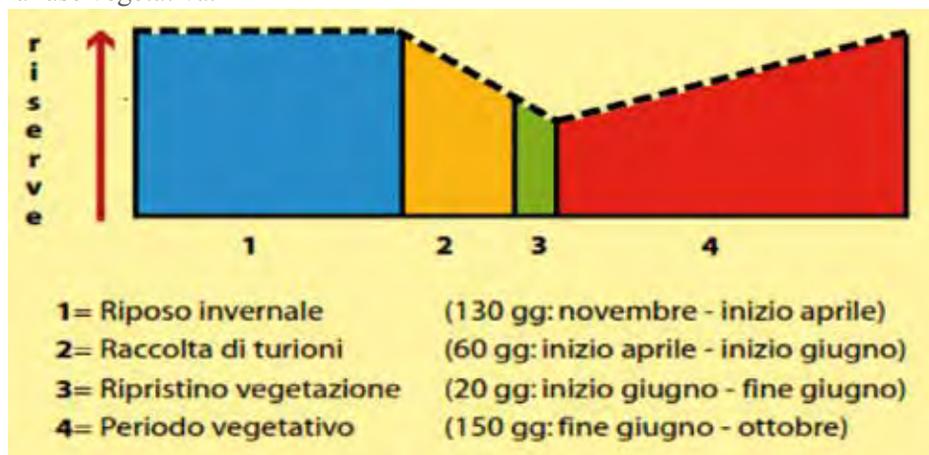
ripetuta ogni 3-4 anni durante la coltura per eventuali correzioni dei quantitativi di elementi nutritivi apportati nell'ultimo triennio. L'asparago è una coltura poliennale, con un apparato radicale che esplora il terreno fino a superare il metro di profondità; d'altra parte, gli elementi minerali, fatta eccezione dell'azoto, sono poco mobili nel terreno.

All'aratura è necessario interrare una certa quantità di fertilizzanti, tale da assicurare una buona disponibilità per la pianta, almeno per i primi 3 anni di coltivazione.

Nell'anno di impianto le quantità di elementi nutritivi asportate sono molto ridotte; dal secondo anno in poi, esse diventano proporzionali alla biomassa prodotta, composta da turioni, vegetazione aerea e apparato sotterraneo.

Tenendo conto della disponibilità di elementi fertilizzanti nel terreno, e di una produzione annuale di almeno 8 t/ha di turioni, a partire dal 3° anno dall'impianto, un piano di fertilizzazione orientativo è riportato in **Tabella (pag. 186)**.

La sostanza organica ed i fertilizzanti fosfo-potassici sono distribuiti tra le file durante il riposo invernale ed interrati con mezzi meccanici (fresa o vangatrice); i concimi azotati a pronto o medio effetto (nitrici, ammoniacali, ureici) devono essere esclusivamente distribuiti durante la fase vegetativa, da fine raccolta a metà settembre. Ad ogni intervento non si dovrebbero superare i 50 Kg/ha di azoto. Nel caso di irrigazione localizzata (manichetta, goccia), avendo a disposizione un fertirrigatore, è possibile somministrare anche i concimi fosfo- potassici durante la fase vegetativa.



Andamento delle sostanze di riserva nella pianta di asparago in un anno di produzione (Fonte: L'asparago in Provincia di Torino. Guida alla coltivazione. Ed. Provincia di Torino)

Quantitativi di elementi nutritivi asportati annualmente dalla coltura dell'asparago (kg/ha)

Parte della pianta	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Apparato aereo	34	7	32	4	1,0
Rizoma e radici	26	5	21	15	1,5
Turioni (10 t/ha)	32	12	30	4	1,0
TOTALE	92	24	83	23	3,5

(Fonte: L'asparago in Provincia di Torino. Guida alla coltivazione. Ed. Provincia di Torino)

Quantitativi di fertilizzanti organici e minerali: azoto (N); fosforo (P₂O₅) e potassio (K₂O), consigliati nell'anno di impianto e nei successivi.

Fertilizzante	Disponibilità nel terreno	Età asparagiaria			
		Preparazione terreno	1° anno	2° anno	3° anno e seg.
Stallatico ben maturo (t/ha) (*)	Bassa	200	0	30	30
	Media	100	0	15	15
	Alta	50	0	0	0
N (Kg/ha)	Bassa	0	180	200	225
	Media	0	120	150	175
	Alta	0	60	100	125
P ₂ O ₅ (Kg/ha)	Bassa	150	0	150	150
	Media	100	0	100	100
	Alta	50	0	50	50
K ₂ O (Kg/ha)	Bassa	300	0	200	200
	Media	200	0	150	150
	Alta	100	0	100	100

(Fonte: L'asparago in Provincia di Torino. Guida alla coltivazione. Ed. Provincia di Torino)

BRASSICACEAE (cavolfiore)

Asportazioni

Fabbisogni indicativi di elementi nutritivi

Specie	Biomassa asportata (t/ha)	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	CaO (kg/ha)	MgO (kg/ha)
Cavolfiore	20-25	130-150	20-60	170-180	70-120	10-20
Cavolo broccolo	25-35	400-550	15-30	400-700	80-100	40
Cima di rapa	120-150	300-450	40-60	400-650	350	40

(Fonte: V. V. Bianco)



Per una produzione di 25 t/ha di corimbi, una coltura deve poter disporre di circa 170 kg/ha di azoto, 60 kg/ha di P_2O_5 e 190 kg/ha di K_2O .

Il ritmo di assorbimento degli elementi nutritivi non è costante durante il ciclo colturale, ma varia con le diverse fasi fenologiche. L'azoto ed il potassio (e in misura minore il calcio) sono assorbiti in modo pressochè proporzionale con la crescita delle piante, mentre l'assorbimento di fosforo, magnesio e zolfo è costante durante tutto il ciclo colturale. Un'alta disponibilità di azoto, già dalle primissime fasi del ciclo colturale, è fondamentale per la crescita e lo sviluppo ottimale della pianta.

Nel cavolfiore, il 70% dell'azoto, del fosforo e del potassio asportati tornano nel terreno con i residui. Facendo riferimento ai fabbisogni calcolati per una produzione di 25 t/ha, i quantitativi di elementi fertilizzanti effettivamente asportati dal terreno con le infiorescenze sono circa 50 kg/ha di N, 20 di P_2O_5 e 60 kg/ha di K_2O .

Concimazione

Il fosforo (50-60 unità/ha) può essere interrato con la lavorazione principale per portarlo nello strato di terreno esplorato dalle radici. Una applicazione starter di 50 kg/ha, localizzata al di sotto della piantina al trapianto, può favorire lo sviluppo dell'apparato radicale, la crescita iniziale della coltura e l'accorciamento del ciclo. Il potassio è distribuito alla lavorazione principale; in genere si utilizzano 0.2 t/ha di solfato di potassio.

Per l'azoto è necessario tener presente alcune considerazioni:

- Le cultivar tardive hanno crescita, produzioni e fabbisogni più elevati.
- Se la distribuzione del concime azotato è localizzata in bande lungo la fila, l'efficienza di assorbimento aumenta.
- Se si effettua una concimazione organica, si può stimare un apporto di azoto di circa 1.2 kg di azoto per ogni t di letame bovino apportato.
- I residui colturali delle colture precedenti possono apportare quantitativi variabili di azoto: lattuga 0-30 kg/ha; fava 70-80 kg/ha, carota 70 kg/ha, ecc.

La dose totale di azoto può variare fra 120-180 kg/ha. Al fine di seguire i ritmi di assorbimento della coltura e ridurre i rischi di lisciviazione, la dose prevista per produzioni autunnali deve essere frazionata in tre volte: 1/3 all'impianto; 1/3 dopo circa tre settimane e 1/3 dopo circa un altro mese.

Nel caso di cultivar tardive, il secondo intervento si sposta in avanti di circa 10

giorni ed il terzo si rimanda ad un mese prima della presunta epoca di raccolta. Il cavolfiore richiede molto calcio, pertanto è necessario valutare il contenuto di questo elemento nel terreno e regolarsi di conseguenza.

CARCIOFO



Asportazioni

Fabbisogni indicativi di elementi nutritivi assorbiti da una carciofaia adulta

Elemento	kg/ha (Violetto di Sicilia o Violetto di Provenza)
Azoto (N)	250-300
Fosforo (P ₂ O ₅)	40-50
Potassio (K ₂ O)	350-400
Calcio (CaO)	140-160
Magnesio (MgO)	25-30
Zolfo (SO ₃)	50

Un'insufficiente disponibilità di elementi nutritivi può provocare una riduzione dell'accrescimento della pianta e una produzione di capolini di pezzatura ridotta, con brattee divergenti e stelo florale corto e sottile. La pianta del carciofo presenta ritmi di crescita particolarmente intensi durante tutto il ciclo colturale, tranne una breve stasi vegetativa in gennaio-febbraio. Negli ambienti caratterizzati da inverni miti (temperature giornaliere che non scendono al di sotto degli 8-9°C), i ritmi di accrescimento sono pressochè costanti, con "picchi" nei mesi autunnali (varietà autunnali) e tra febbraio e aprile (varietà primaverili).

Concimazione (varietà propagate per ovoli o carducci)

Il fertilizzante organico (30-40 t/ha) viene distribuito con le lavorazioni preparatorie.

Il fosforo e il potassio vengono interrati prima dell'impianto della carciofaia o alla "riattivazione".

In terreni tendenzialmente calcarei si apportano fino a 0.7-0.8 t/ha di perfosfato minerale, in un'unica somministrazione o frazionato in un paio di volte; nei terreni acidi si preferiscono le scorie Thomas (reazione alcalina). La carenza di fosforo può provocare bruciature ed annerimenti sugli apici delle brattee esterne (*black tip*).

Il potassio, generalmente ben presente nei terreni a carciofaia, viene apportato come solfato di potassio (0.2-0.3 t/ha), interrato all'impianto o al "risveglio" della carciofaia; in copertura (tra dicembre e febbraio) è possibile distribuire 0.1-0.2 t/ha di nitrato di potassio. È bene evitare eccessive concimazioni con potassio per non incorrere in antagonismi con calcio e magnesio.

L'azoto risulta facilmente dilavabile, per cui deve essere distribuito in più riprese. Per le **varietà autunnali** di nuovo impianto, riprodotte per mezzo di ovoli, gli apporti possono effettuarsi orientativamente:

- Al dispiegamento della 6^a-7^a foglia (50 kg/ha di azoto come urea o solfato ammonico).
- Alla differenziazione del capolino principale (metà settembre- prima decade di ottobre 60-70 kg/ha di azoto come nitrato di calcio).
- Alla prima raccolta (60 kg/ha come nitrato di potassio).
- Fine delle basse temperature invernali (60-70 kg/ha).

Per la produzione di capolini per l'industria è possibile distribuire circa 50 unità/ha di azoto come nitrato in corrispondenza dell'emissione dei primi capolini dai carducci (fine marzo-aprile).

Per le **varietà primaverili** impiantate precocemente (luglio-agosto), si può adottare il seguente schema:

- Al dispiegamento della 6^a-7^a foglia (50 kg/ha di azoto come urea o solfato ammonico)
- Alla differenziazione del capolino principale (prima metà di dicembre nel meridione) con 70-80 kg/ha.
- All'emergenza dei primi capolini dalla rosetta fogliare (70-80 kg/ha).

Per la produzione di capolini per l'industria è possibile distribuire una quarta dose di circa 50 unità/ha.

Somministrazioni di azoto superiori a 250 kg/ha non comportano ulteriori aumenti di produzione di capolini.

Nelle carciofaie poliennali, al risveglio vegetativo si distribuiranno azoto e fosforo (es. 03-0-4 t/ha di fosfato biammonico) per facilitare una buona ripresa vegetativa delle piante. La somministrazione di azoto, in seguito, può seguire gli schemi precedenti a partire dal secondo intervento.

Ottimi risultati si sono avuti nella concimazione del carciofo con l'applicazione di formulati organo-minerali. Nel caso di somministrazione alla coltura di acido giberellico bisogna prevedere apporti aggiuntivi di azoto (preferibile la forma

nitrica) commisurati alla dose di bioregolatore utilizzata (in media 50-60 unità/ha di azoto per dosi di 40-60 ppm di GA_3).

Concimazione fogliare

In genere serve a correggere carenze temporanee di microelementi. Interessanti risultati sono stati ottenuti con l'impiego mirato di biostimolanti.

Concimazione delle varietà propagate per seme

In genere le piante da seme, specialmente gli ibridi F_1 , hanno uno sviluppo ed una produzione individuale maggiore di circa il 20% rispetto alle varietà tradizionali propagate per via vegetativa. Gli apporti precedentemente illustrati possono essere maggiorati all'incirca di questa percentuale.

Nel caso in cui le piante provengano "da seme" e vengono trattate con giberelline per ottenere una prima produzione in autunno, si può utilizzare lo schema nutrizionale delle varietà autunnali; nel caso di varietà "da seme", non trattate con giberelline, si può applicare lo "schema primaverile".

È sempre consigliabile effettuare la prima somministrazione di azoto all'impianto (prima della semina o del trapianto delle piantine) con solfato ammonico per stimolare velocemente lo sviluppo degli apparati radicali.

CAROTA

Asportazioni

100 kg di piante intere asportano mediamente 0.3-0.5 kg di azoto, 0.1-0.2 kg di P_2O_5 e 0.5-0.6 kg di K_2O .



Concimazione

La distribuzione dei concimi organici deve precedere di almeno 3-4 mesi la semina per evitare alterazioni morfologiche e sapori anomali dei fittoni. Il letame è preferibile somministrarlo alla coltura precedente.

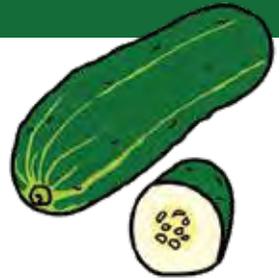
Per la produzione di 30 t/ha di fittoni possono essere apportati 80-150 kg/ha di P_2O_5 (in pre-semina) e 150-200 kg/ha di K_2O (pre-semina).

L'azoto, in quantitativi di circa 150-180 kg/ha, può essere distribuito per metà alla semina e per metà in copertura (in più interventi). Il nitrato in copertura risulta particolarmente utile nella fase di ingrossamento del fittone.

Asportazioni

Fabbisogni indicativi di elementi nutritivi (kg elementi nutritivi per t di frutti)

Elemento	kg/t frutti
Azoto (N)	1.6
Fosforo (P ₂ O ₅)	0.8
Potassio (K ₂ O)	2.6



Per una produzione di circa 80 t/ha di frutti, una coltura in pieno campo necessita di circa 128 kg/ha di azoto, 64 kg/ha di P₂O₅ e 208 kg/ha di K₂O. In coltura protetta le produzioni possono raggiungere anche 100-150 t/ha, con i seguenti fabbisogni medi: 240 kg/ha di azoto, 80-160 kg/ha di P₂O₅ e 260-390 kg/ha di K₂O.

I rapporti fra gli elementi nutritivi per il cetriolo sono i seguenti: 1:0.5:1.6.

L'azoto favorisce lo sviluppo vegetativo della pianta, la fioritura e l'allegagione; il fosforo è indispensabile per un'accrescimento equilibrato della vegetazione e una maggiore precocità. Il potassio ha effetti positivi sulla qualità dei frutti.

L'azoto, il fosforo e il potassio sono assorbiti in misura proporzionale all'accumulo di sostanza secca della pianta (assorbimenti maggiori durante la fioritura e l'ingrossamento dei frutti; minori assorbimenti si registrano nelle prime fasi di sviluppo e durante la maturazione).

Nel bilancio della fertilizzazione, circa il 25% dell'azoto e il 12% di fosforo e potassio tornano al terreno con i residui.

Concimazione

Durante l'aratura vengono apportati i concimi organici.

La concimazione annua prevede i seguenti apporti: 150-200 kg/ha di azoto, 150-200 kg/ha di P₂O₅ e 120-150 kg/ha di K₂O.

La quota di azoto viene suddivisa in 2-3 volte: circa il 40% all'impianto e la restante parte frazionata in copertura (fertirrigazione).

Il fosforo può essere localizzato al trapianto ("effetto starter") per favorire lo sviluppo dell'apparato radicale, la crescita iniziale della coltura e l'emissione precoce dei fiori, oppure è possibile intervenire a più riprese in fertirrigazione con 50 kg/ha di P₂O₅.

Le necessità di potassio per il cetriolo sono molto elevate, ed il massimo fabbisogno

si registra durante l'allegagione e l'ingrossamento dei frutti. In genere, una parte dei concimi potassici viene anticipata con la lavorazione principale per portarli nella massa di terreno interessata dalle radici, mentre la rimanente dose viene distribuita in fertirrigazione.

In caso di coltura protetta, le dosi dei tre elementi verranno opportunamente aumentate.

CIPOLLA

Asportazioni

Fabbisogni indicativi in elementi nutritivi della cipolla (kg di elemento nutritivo per tonnellata di bulbi)

Elementi	Kg/t di bulbi
Azoto (N)	3.0
Fosforo (P_2O_5)	1.3
Potassio (K_2O)	3.5
Calcio (CaO)	3.0
Magnesio (MgO)	0.6

(Fonte: Manuale di corretta prassi per la produzione integrata della cipolla. Regione Umbria)



Per una produzione attesa di 40 t/ha di bulbi, una coltura deve poter disporre di circa 120 kg/ha di N, 50 kg/ha di P_2O_5 e 140 kg/ha di K_2O .

Il ritmo di assorbimento degli elementi nutritivi non è uniforme nel corso del ciclo della coltura, ma varia con le diverse fasi fenologiche. La domanda di azoto è elevata soprattutto durante la fase vegetativa di formazione ed emissione delle foglie, per poi divenire molto moderata durante la bulbificazione; nella fase finale del ciclo, l'azoto è addirittura dannoso per il ritardo di maturazione e per la diminuzione della conservabilità di bulbi. I fabbisogni di fosforo e potassio, invece, sono particolarmente elevati nella fase di ingrossamento del bulbo.

Studi comparativi, effettuati sui fabbisogni di elementi nutritivi delle colture orticole, hanno evidenziato che la cipolla richiede elevati livelli di disponibilità di azoto, fosforo e potassio nel terreno per raggiungere le produzioni massime. Tale comportamento è dovuto al tipo di apparato radicale che, risultando superficiale, con bassa densità di radici nel terreno e senza peli radicali, ha un'efficienza di assorbimento molto bassa e necessita, pertanto, di alte concentrazioni di elementi

nutritivi nella soluzione nutritiva del terreno per riuscire ad assorbire nutrienti ad un tasso sufficiente per soddisfare i fabbisogni potenziali dell'intera pianta.

Concimazione

Nella cipolla, la concimazione organica non è consigliata perché aumenta la sensibilità dei bulbi ai diversi agenti del marciume e provoca perturbazioni sull'alimentazione azotata, soprattutto nella fase finale del ciclo, con ritardo di maturazione e peggioramento della conservabilità.

Per il fosforo si somministrano 150-200 kg/ha di P_2O_5 , mentre per il potassio 100-150 kg/ha di K_2O .

I bulbi, nei 15 giorni precedenti la raccolta, realizzano circa il 50% del peso finale; in tale periodo, infatti, assorbono circa il 50% della quantità totale di N, P e K. Se questi elementi non sono presenti nel terreno in maniera adeguata per le esigenze della pianta, si manifestano sintomi di carenze e riduzione di produzione.

Al fine di seguire i ritmi di assorbimento della coltura, ridurre i rischi di lisciviazione ed evitare un eccesso di azoto nella fase di maturazione dei bulbi, la dose prevista di azoto deve essere frazionata in 3 volte: 1/3 all'impianto, 1/3 allo stadio di 3-4 foglie e 1/3 all'ingrossamento dei bulbi.

COCOMERO



Fabbisogni indicativi di elementi nutritivi (kg elementi nutritivi per t di frutti)

Elementi	kg/t di peponidi
Azoto (N)	1.7
Fosforo (P_2O_5)	0.5
Potassio (K_2O)	2.7
Calcio (CaO)	0.7
Magnesio (MgO)	0.7

(Fonte: Manuale di corretta prassi per la produzione integrata della cocomero. Regione Umbria)

Assorbimenti

Il ritmo di assorbimento degli elementi minerali non è uniforme nel corso del ciclo della coltura, ma varia con le diverse fasi fenologiche. L'azoto, il fosforo, il potassio ed il magnesio sono assorbiti in misura proporzionale all'accumulo di sostanza secca della pianta, cioè con i maggiori valori durante la fioritura e l'ingrossamento dei peponidi, mentre minori assorbimenti si verificano nelle

prime fasi del ciclo e durante la fase di maturazione; il calcio, invece, è assorbito soprattutto nei primi stadi vegetativi, durante la fioritura e all'allegagione.

In generale, per ottenere buone produzioni sembra adeguata la somministrazione di 120-200 kg/ha di azoto, 100-150 kg/ha di P_2O_5 e 150-200 kg/ha di K_2O .

Concimazione

Nelle primissime fasi del ciclo l'azoto è fondamentale per la crescita e lo sviluppo ottimale del cocomero. Le dosi previste dovranno essere frazionate in 2-3 volte, di cui circa il 40% all'impianto e la restante quota in copertura (il 30% del totale prima della fioritura e il rimanente 30% dopo la fioritura). Nel caso di colture pacciamate senza fertirrigazione, tutta la dose dovrà essere distribuita necessariamente all'impianto. Nella realtà operativa, tutto il fosforo e circa il 30% del potassio sono distribuiti con la concimazione di fondo, mentre l'azoto e la restante parte del potassio sono distribuiti mediante la fertirrigazione. All'impianto è consigliabile l'applicazione di una concimazione starter che favorisce lo sviluppo dell'apparato radicale, la crescita iniziale della coltura e l'apparizione precoce dei fiori. Tale concimazione è generalmente effettuata con fosfato ammonico o perfosfato triplo alla dose di circa 50 kg ha^{-1} di P_2O_5 , opportunamente localizzata sotto il seme o la piantina, oppure in fertirrigazione.

Piano indicativo di fertirrigazione (kg/giorno/ha)

Fase fenologica	kg/ha(giorno) azoto	kg/ha/giorno potassio
Trapianto	1.1	0.9
Fioritura	1.7	1.4
Allegagione	2.2	1.8
Ingrossamento frutti	1.7	1.4
Maturazione	1.1	0.9

(Fonte: Manuale di corretta prassi per la produzione integrata della cocomero. Regione Umbria)

FAVA-PISELLO-FAGIOLINO

Per la fava si possono distribuire 20-30 kg/ha di azoto alla semina (soprattutto quando la fava succede ad un cereale).

Per il fosforo, elemento importante per l'accrescimento dei tubercoli radicali, la quantità da somministrare è di circa 60-100 kg/ha di P_2O_5 in pre-semina.



Per il pisello si consigliano generalmente 30 kg/ha di azoto quando le piantine sono alte circa 10 cm. Il fosforo è distribuito in quantità di 50-60 kg/ha di P_2O_5 , posto sotto o affianco al seme.

Per il fagiolino, in genere si considerano asportazioni di 0.75 kg di azoto, 0.20 kg di P_2O_5 e 0.60 kg di K_2O per ogni tonnellata di prodotto. Le concimazioni possono essere nulle o molto modeste. L'azotofissazione simbiotica può garantire oltre l'80% del fabbisogno della coltura; la rimanente parte deriva dall'azoto minerale presente nel terreno o liberatosi con la mineralizzazione della sostanza organica. Nei terreni freddi ed umidi, dove è resa difficile l'azione dei batteri azotofissatori, si consiglia 30-35 unità/ha di azoto in copertura alla 4ª foglia. Il fosforo si distribuisce in quantitativi di 50-70 unità/ha.

FINOCCHIO

Asportazioni

Elementi assorbiti per ogni t di prodotto

Elemento	kg/t di grumoli
Azoto (N)	6.0
Fosforo (P_2O_5)	1.9
Potassio (K_2O)	9.0
Calcio (CaO)	2.5
Magnesio (MgO)	0.3

(Fonte: Manuale di corretta prassi per la produzione integrata del finocchio. Regione Umbria)

Concimazione

Per una produzione attesa di 45 t/ha di grumoli, una coltivazione preleva circa 270 kg/ha di azoto, 90 kg/ha di P_2O_5 e 420 kg/ha di K_2O .

Gli elementi nutritivi sono assorbiti in maniera pressoché proporzionale con la crescita della pianta; nelle cultivar a raccolta autunnale, la pianta nei primi 30-40 giorni dopo la semina produce poca massa fogliare, poi inizia una fase di rapida crescita lineare con la produzione di un'ingente quantità di materiale vegetale. Alla raccolta, i grumoli costituiscono il 50 % circa della massa verde aerea prodotta ed il 40 % della sostanza secca corrispondente.

La concimazione fosfatica viene soddisfatta con 80-150 kg/ha di P_2O_5 ; quella



potassica, quando necessaria, con 100-150 kg/ha di K_2O .

Il finocchio ha un'accentuata tendenza ad accumulare nitrati nelle guaine fogliari che costituiscono il grumolo, per cui la concimazione azotata non deve superare le effettive necessità.

Al fine di seguire i ritmi di assorbimento della coltura e ridurre i rischi di lisciviazione, la dose prevista di azoto deve essere frazionata in 2 volte: metà subito dopo l'emergenza (prima di un'irrigazione) e metà all'inizio della formazione del grumolo (dopo circa 60 dall'emergenza).

In colture a ciclo molto lungo, facilmente soggette a piogge dilavanti e ad arresti di crescita dovuti a basse temperature, potrebbe essere vantaggioso frazionare la dose totale di concimazione in tre volte, di cui l'ultima dopo circa 30-45 giorni dall'inizio della formazione del grumolo, ma non troppo in prossimità della raccolta per evitare l'accumulo di nitrati.

Le dosi di azoto possono variare fra 180-250 unità per ettaro.

LATTUGHE

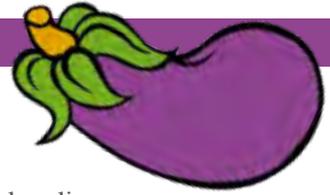
Asportazioni

Le asportazioni medie unitarie per tonnellata di biomassa fresca di lattuga cappuccio e romana corrispondono a 2.0-2.3 kg di azoto, 0.8-1.0 kg di P_2O_5 e 4.8-5.0 kg di K_2O .



Concimazione

Il 70% dell'azoto asportato dalla coltura viene assorbito nei 20-30 giorni che precedono la raccolta. Nonostante i fabbisogni di azoto siano relativamente bassi durante i primi stadi di crescita, in questa fase è comunque richiesta la presenza di alte concentrazioni di azoto nel suolo in prossimità della zona radicale per assicurare l'assorbimento dell'elemento e l'accrescimento dell'apparato radicale. Diversamente, la carenza di azoto, anche se temporanea, può compromettere la produzione finale. In generale si ottengono buoni risultati con la somministrazione di 100-150 kg/ha di P_2O_5 in pre-semina o pre-trapianto e 150-200 kg/ha di azoto, di cui, il 30% all'impianto della coltura, l'altro 30% dopo il diradamento o un mese dopo il trapianto, ed il resto circa un mese prima della raccolta. Calcio e magnesio concorrono ad aumentare la resistenza alle necrosi marginale (tipburn).



Asportazioni

Si considera che per la produzione di una tonnellata di melanzane, mediamente sono prelevati dal terreno 5.4 kg di azoto (N), 2.1 kg di fosforo (P_2O_5), 6.0 kg di potassio (K_2O), 0.2 kg di calcio (CaO) e 0.6 kg di magnesio (MgO). Pertanto, per una produzione attesa di 40 t/ha di bacche, e per una buona qualità del prodotto fresco, la coltura deve poter disporre di circa 220 kg/ha di N, 90 kg/ha di P_2O_5 e 240 kg/ha di K_2O . Il ritmo di assorbimento di questi elementi non è uniforme nel corso del ciclo della coltura, ma varia con le diverse fasi fenologiche. L'azoto deve essere disponibile durante tutto il ciclo, in quanto, inizialmente è essenziale per un rapido e ampio sviluppo fogliare, mentre successivamente favorisce l'accrescimento dei frutti, la consistenza e la sapidità della polpa; il fosforo è necessario soprattutto nei primi stadi vegetativi per la rapida formazione di un esteso apparato radicale, e nel periodo che precede l'allegagione e la formazione delle bacche; le esigenze di potassio sono particolarmente elevate durante la fase di ingrossamento delle bacche.

Concimazione

Il letame ben maturo (60-80 t/ha) deve essere apportato almeno tre mesi prima della messa a dimora delle piante.

Da prove sperimentali è risultato evidente che un'alta disponibilità di azoto, già nelle primissime fasi del ciclo, è cruciale per la crescita e lo sviluppo ottimale della melanzana. Al tempo stesso, per evitare perdite per lisciviazione, le dosi previste devono essere frazionate in più interventi. Pertanto, una concimazione razionale potrebbe consistere nel distribuire il 50% della dose totale all'impianto, e la restante quota con uno 1-3 interventi in copertura o mediante fertirrigazione. In condizioni di pieno campo, i fabbisogni complessivi possono essere stimati in circa 250 kg/ha di azoto, 120-150 kg/ha di P_2O_5 e circa 250 kg/ha di K_2O . Fosforo e potassio possono essere apportati tutti prima della semina o del trapianto o, in alternativa, una quota può essere distribuita in copertura. In serra i quantitativi sono più elevati: 300-400 kg/ha di azoto, 150-180 kg/ha di P_2O_5 e 350-400 kg/ha di K_2O . In generale, il 15% dell'azoto e il 40% del fosforo e del potassio vengono distribuiti in pre-trapianto; la rimanente quota di azoto viene frazionata in 3-5 interventi (fertirrigazione) a partire dall'allegagione dei primi frutti.

Piano indicativo di fertirrigazione (kg/ha di N-P₂O₅-K₂O)

Giorni dal trapianto	Tipologia concime	Dosi elementi nutritivi
Pre-trapianto	Pefosfato semplice	60
Pre-trapianto	Solfato potassico	130
17	Nitrato amm. Idros.	25
27	Nitrato amm. Idros.	25
34	Nitrato amm. Idros.	0
41	Nitrato amm. Idros.	25
48	Nitrato amm. Idros.	25
51	Fosfato di potassio idr.	32-21
56	Nitrato amm. Idros.	25
61	Nitrato amm. Idros.	25
61	Fosfato di potassio idr.	8-5
69	Nitrato amm. Idr.	25
76	Fosfato di potassio	16-10
83	Fosfato di potassio	8-5
83	Nitrato amm. Idr.	25
90	Nitrato amm. Idr.	0
93	Fosfato di potassio	16-10
Totali	-	N (200); P ₂ O ₅ (140); K ₂ O (181)

(Fonte: rielaborato da fonti diverse)

MELONE

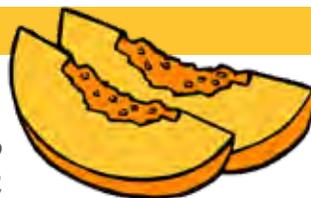
Asportazioni

Il fabbisogno per tonnellata di frutti prodotti è stimato in 2.7 kg di azoto, 6.36 kg di K₂O, 1.6 kg di P₂O₅, 1.2 kg di magnesio e 3.7 kg di calcio. Il fosforo è richiesto

maggiormente dal 45° al 60° giorno dal trapianto, cioè durante il periodo di massima produzione di sostanza secca nei frutti. Il massimo assorbimento dell'azoto, del potassio e del calcio avviene dal 30° al 45° giorno dal trapianto, in corrispondenza della più elevata espansione della parte vegetativa aerea e dell'inizio dell'ingrossamento dei frutti (azoto: tra la 4^a e la 6^a settimana dal trapianto e tra la 9^a e la 12^a settimana).

In generale, il ritmo di assorbimento degli elementi nutritivi può essere così schematizzato:

- Nei primi 20 giorni dal trapianto sono assorbiti meno del 10% degli elementi nutritivi.
- Fra l'allegagione dei primi fiori e la seconda allegagione, la quantità degli elementi nutritivi assorbiti varia dal 30 al 50%.
- Il ritmo di assorbimento aumenta progressivamente fino all'ingrossamento dei frutti.



Concimazione

Le esigenze di una coltura realizzata su terreno argilloso-limoso, ben dotato di sostanza organica e dei principali elementi nutritivi, con una produzione di 35 t/ha, vengono soddisfatte con l'impiego di 120-180 unità di azoto, 60-100 kg di P_2O_5 e 150-200 kg/ha di K_2O .

Una parte dei fertilizzanti viene distribuita in pre-trapianto.

Complessivamente, con la fertirrigazione vengono distribuiti 40-60 unità/ha di azoto, 50-60 unità/ha di P_2O_5 , 150-160 kg/ha di K_2O e 10-15 unità/ha di magnesio (MgO).

Dosi e frequenze degli interventi variano in relazione all'andamento climatico, alle caratteristiche varietali, al sesto d'impianto, alle condizioni fisiche del terreno, ecc.

Varietà vigorose e sestì d'impianto fitti richiedono pochi apporti idrici e scarsi apporti nutrizionali; il contrario accade con varietà deboli e sestì radi.

Al trapianto viene distribuito il fosforo ed una piccola parte dell'azoto (es. fosfato monoammónico) per favorire lo sviluppo dell'apparato radicale (1-2 applicazioni).

Un'ulteriore fertirrigazione può essere effettuata nella fase antecedente l'allegagione (quando l'apparato fogliare è di circa 1 metro) somministrando 40-50 unità di fosforo ed un po' di azoto se le piante sono deboli, o solo fosforo in soluzione liquida se il vigore vegetativo è buono (es. fosfato monoammónico alla dose di 80-100 kg/ha).

Questa applicazione di fosforo favorirà l'allegagione dei frutti. Dopo l'allegagione, quando i primi frutticini sono del diametro di una mela (5-6 cm), si interviene nuovamente con concimi nitropotassici o solo potassici.

Anche in questo caso si utilizzeranno concimi nitropotassici se le piante sono poco vigorose, e solo potassio se il vigore è normale. L'ultimo intervento di fertirrigazione viene fatto alcuni giorni prima della maturazione dei frutti, somministrando potassio abbinato a magnesio. In relazione alle varietà utilizzate, se queste sono caratterizzate da maturazione scalare, si interverrà con concimi nitropotassici (es. 80-100 kg/ha) anche in fase di raccolta.

Nel caso si intenda eseguire una seconda produzione con lo stesso impianto, facendo "ripartire" le piante dopo aver raccolto quasi tutti i frutti della prima produzione, si interverrà di nuovo con fosfato ammonico per favorire la ripresa vegetativa e l'allegagione di nuovi frutti.

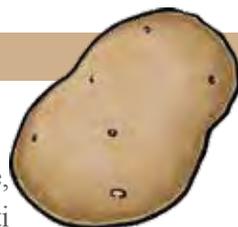
Normalmente si consigliano frequenze di irrigazione settimanali su terreni argillosi-limosi ed un intervento ogni tre-quattro giorni su terreni sabbiosi. Fertilizzazioni fogliari con calcio e magnesio sono necessarie per prevenire carenze nutrizionali specifiche e frequenti sulla coltura.

PATATA

Asportazioni

Una coltura di patata, in condizioni equilibrate di nutrizione, per produrre una tonnellata di tuberi richiede le seguenti quantità dei tre macro-elementi: azoto 4 kg; anidride fosforica (P_2O_5) 1,5 kg; ossido di potassio (K_2O) 6.0 kg.

Il periodo più critico per l'assorbimento dell'azoto corrisponde alle fasi di *induzione della tuberizzazione* ed *accrescimento dei tuberi*. Durante l'accrescimento dei tuberi il potassio viene assorbito in quantitativi di 3-9 kg/ha/giorno (a seconda della cultivar e del tasso di crescita giornaliero).



Concimazione

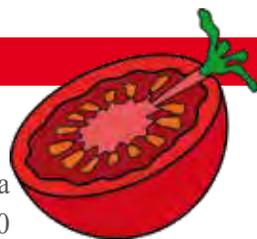
In genere, in una coltura a ciclo primaverile-estivo, vengono somministrati non meno di 200 kg/ha di azoto, 180 kg di P_2O_5 ed altrettanti di K_2O .

Le concimazioni di fosforo e potassio che più comunemente si fanno alla patata sono le seguenti: P_2O_5 70-100 kg/ha come perfosfato 18-20 o perfosfato triplo 46-48; K_2O 200-300 kg/ha, meglio come solfato potassico.

I concimi fosfo-potassici devono essere interrati con i lavori complementari.

Le dosi di azoto usualmente consigliate sono intorno a 150-180 kg/ha. Il frazionamento di parte dell'azoto alla semina, e parte in copertura, è giustificato nei terreni molto sciolti e con elevati rischi di lisciviazione.

Per la concimazione di copertura si interviene di solito 1-2 volte (prima e dopo la rincalzatura) somministrando la quota del 55-60% non data alla semina (nitrato ammonico, urea, nitrato di potassio, ecc.)



Fertilizzazione

Quando possibile, è sempre bene distribuire all'aratura sostanza organica ben decomposta in quantitativi variabili fra 2-15 t/1.000 m² di letame o 0.2-1,5 t/1.000 m² di pellettati industriali.

La sostanza organica migliora la struttura e la fertilità fisico-chimica del terreno, tampona e neutralizza gli eccessi e/o difetti di salinità, aumenta la ritenzione idrica, ecc.

Un piano di concimazione non può essere valutato solo in base all'entità delle produzioni, e quindi delle asportazioni, ma deve considerare la tecnica di coltivazione (coltivazione in serra o in pieno campo), la tipologia della varietà, le richieste di mercato, eventuali tecnologie di coltivazione fuori suolo, ecc.

In generale, in pieno campo la produzione è inferiore a quella in ambiente protetto e la concimazione può prevedere apporti di 180-200 kg/ha di azoto, 120-150 kg/ha di P₂O₅ e 150-200 kg/ha di K₂O (dati medi relativi alle tipologie insalatato o a grappolo, in regime irriguo).

Fosforo e potassio vengono apportati in parte (70-75%) ai lavori di "rifinitura" del terreno, e la restante quota con interventi settimanali di fertirrigazione.

I concimi azotati sono frazionati al trapianto (40-50%) e successivamente in fertirrigazione. Nelle ricette di fertilizzazione entrano sia concimi semplici (nitrato di calcio, nitrato ammonico, nitrato di potassio, fosfato monoammonico), che complessi preconfezionati (20-20-20; 0-52-34; 12-61-0).

Ai macroelementi vengono addizionati anche calcio e magnesio; il ferro contribuisce a migliorare la colorazione dei frutti.

In genere, nelle prime fasi del ciclo colturale, vengono preferiti gli apporti azotati e fosfatici, mentre durante l'invaiaatura e dopo la cimatura il rapporto N-P-K si sposta a favore dei concimi potassici; a fine ciclo si utilizzerà esclusivamente il nitrato di potassio.

Nelle coltivazioni in serra, dove le produzioni possono superare facilmente le 120 t/ha, si stimano assorbimenti di 2.2 kg per l'azoto, 0.8 kg per l'P₂O₅ e 3-4 kg per l'K₂O per ogni tonnellata di prodotto.

In pratica, in copertura ci si avvale della fertirrigazione, con apporti dei principali elementi (N-P-K) variabili in funzione dello stadio fenologico, mentre la frequenza di distribuzione risulta settimanale.

È sufficiente che gli apporti risultino completi ed equilibrati, che la soluzione presenti una conducibilità elettrica di circa 2.5-3 mS/cm e che il suo pH sia compreso fra 5.5-6. Fra le tante “ricette” di fertirrigazione, se ne segnalano due, a scopo puramente indicativo e riferite a coltivazione in serra (pomodoro tipologia insalataro):

Tab. 1 Esempio indicativo piano concimazione

			RAPPORTI				
	pH soluz.	CE soluz. mS/cm	N	P	K	Mg	Ca
Dal trapianto alla fioritura del 2° palco	5.8	2.3-3	1	0.7	1	0.20	1
Dalla fioritura del 2° palco a quella del 6°	5.8	1.5-1.8	1	0.67	1.6	0.13	0.80
Dalla fine della fioritura del 6° palco alla raccolta del 2° palco	5.8	2.0-2.5	1	0.63	2	0.03	0.60
Dalla raccolta del 6° palco a fine raccolta	5.8	1.8-2.0	1	0.67	1.87	0.05	0.73

Nota: si prende come riferimento l'azoto che viene somministrato in regime di 2-3 unità/1.000 m² per settimana, preferendo le forme di concimi nitrici contenenti calcio

Tab. 2 Piano di concimazione per 1.000 m²

Fasi di sviluppo	gg intervallo	N:P:K	N g/giorno	N (g) Periodo rif.	P ₂ O ₅ (g) Periodo rif.	K ₂ O (g) Periodo rif.
Trapianto - Fioritura 1° grappolo	15	1:1:1	100	1.500	1.500	1.500
Dal 1° al 4° grappolo	45	1:1:2	150	6.750	6.750	1.350
Dal 4° grappolo alla cimatura	40	1:0.5:2	300	12.000	6.000	24.000
Da cimatura alla raccolta	50	1:0:2	150	750	0	15.000

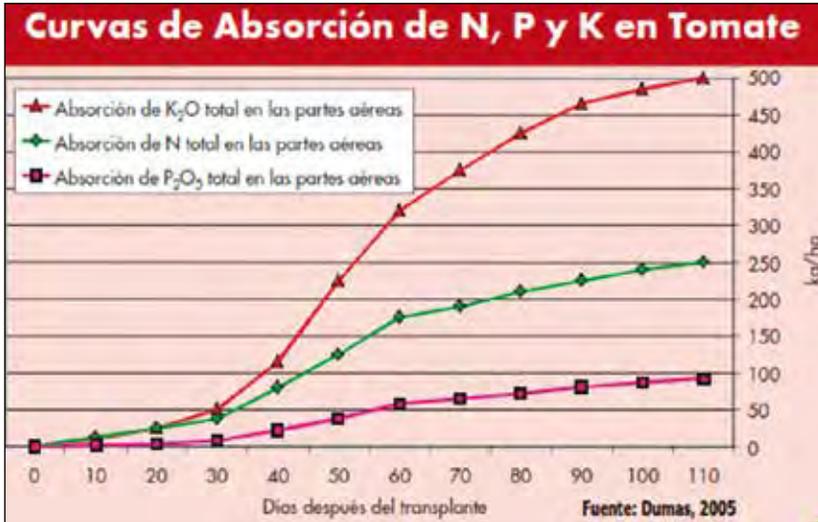
Esempio: intervenendo con 100 g di azoto al giorno, gli apporti saranno di 700 g per settimana, pari a 3.5 kg di 20-20-20.

I rapporti fra gli elementi nutritivi possono variare notevolmente. Una “formula”

utilizzata da molti tecnici è la seguente:

- 2:3:1 dal momento del trapianto all'allegagione dei primi frutti del primo palco;
- 2:3:2 dall'allegagione dei frutti del primo palco alla differenziazione dei frutti dei palchi successivi;
- 2:1:3 dall'allegagione degli ultimi palchi alla fine della raccolta.

Curva assorbimento N-P-K in pomodoro da mensa



(Fonte: Dumas, 2005)

POMODORO DA INDUSTRIA

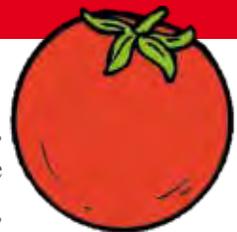
Fertilizzazione

Un piano ragionato di fertilizzazione dovrebbe tener conto, oltre che della specie e della varietà, anche delle diverse fenofasi, della variabilità dei terreni (tessitura, struttura, pH, sostanza organica, fertilità chimica, ecc.), della tipologia di impianto, della densità delle piante, del metodo irriguo, delle tecniche colturali, di eventuali limiti legati a disciplinari di produzione, ecc.

Sicuramente, il primo criterio che deve guidare il calcolo delle dosi è la quantità dei singoli nutrienti asportati dalla pianta nelle varie fasi del ciclo.

Esperienze eseguite da diversi autori (Graifenberg, Casarini e Di Candilo, Siviero, Elia, ecc.) riportano le seguenti asportazioni:

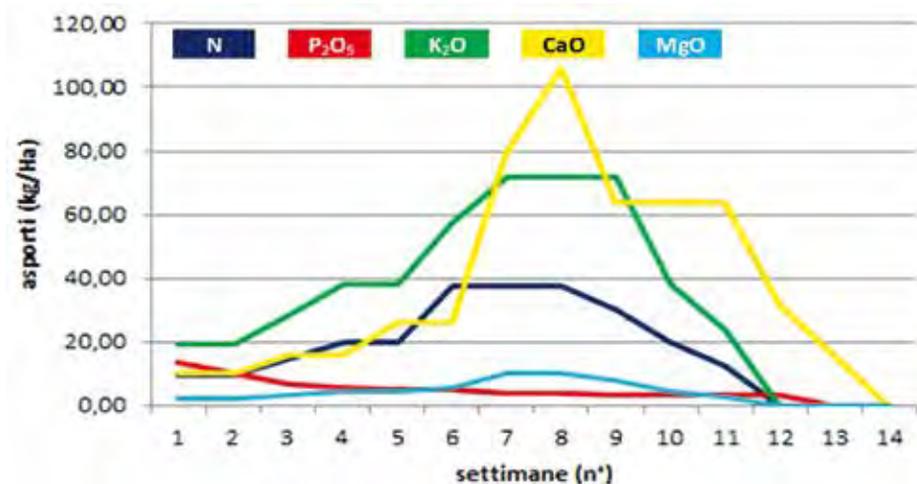
- **Fosforo:** nel pomodoro trapiantato il 50% del totale viene asportato fra il 40°



e il 60° giorno dal trapianto, mentre dal 60° all'80° giorno dal trapianto viene assorbito ancora un 35%;

- **Potassio:** maggiormente assorbito nelle fasi comprese fra l'allegagione e l'ingrossamento frutti. Nella coltura da trapianto, il 60% dell'elemento (riferito al totale) viene asportato fra il 40° e il 60° giorno dal trapianto; fra il 60° all'80° giorno viene assorbito un altro 30%;

- **Azoto:** assorbito maggiormente nelle prime fasi del ciclo colturale (4.0-4.8 kg/ha /giorno). Tra il 40° e il 60° giorno dal trapianto viene utilizzato circa il 65% dell'azoto; tra il 60° e l'80° viene asportato una quota del 15%.



Fonte: "Il Pomodoro da Industria: dinamiche produttive e di mercato nel contesto nazionale ed internazionale – Università Cattolica del Sacro Cuore (PC). M. Schippa (Haifa)"

Bisogna ricordare che, oltre ai tre elementi principali, il pomodoro è una coltura particolarmente esigente in calcio, magnesio e zolfo.

Fondamentale rimane il ruolo della sostanza organica, oltre per le sue proprietà ammendanti, maggiormente per la sua fondamentale azione di nutrizione sulla biomassa microbica del terreno.

Appare molto difficile e veramente semplicistico poter pensare di restituire al terreno la sua fertilità biologica mediante "misere" dosi di "miracolosi" composti organici. Il discorso dovrebbe avere una visione molto più ampia e reale, considerando:

1. L'adozione di ordinamenti colturali e rotazioni capaci veramente di reintegrare la sostanza organica nei terreni.

2. L'utilizzo di compost vegetali e rifiuti zootecnici.
3. Il ricorso alla corretta pratica del sovescio.
4. Una corretta gestione di tutte le lavorazioni, che se non ben applicate conducono sempre ad una rapida mineralizzazione e quindi distruzione della sostanza organica.

Per una produzione attesa di 100 t/ha di bacche, i fabbisogni indicativi di elementi minerali sono di 200 kg/ha per l'azoto, 150 kg/ha per P_2O_5 , 400 kg/ha per K_2O , 400 kg/ha per CaO e 70 kg/ha per MgO.

Considerando che circa il 40% dell'azoto, del fosforo e del potassio vengono restituiti al terreno con i residui, si può ritenere ragionevole un apporto di 120 kg/ha per l'azoto, 90 kg/ha per P_2O_5 e 240 kg/ha per K_2O .

Concimazione in pratica

Fosforo

Induce precocità di fioritura e maturazione. Può essere applicato tutto alla preparazione del terreno, oppure frazionato per il 50% in pre-trapianto e il restante 50% durante il ciclo colturale, anche in fertirrigazione. La localizzazione al trapianto (su banda larga 5-6 cm a circa 2-3 cm dalla piantina) può avere un effetto starter, assicurando la rapida crescita della pianta. Fra i concimi può essere utilizzato il fosfato triplo, oppure il fosfato biammonico; quest'ultimo, in soluzione all'1% (bassa solubilità), può essere anche utilizzato in fertirrigazione, prevedendo 250 cc di soluzione per piantina (su piccole superfici).

È da ricordare che, nei terreni compatti e freddi, l'assorbimento del fosforo è più lento. Questo può essere in parte superato localizzando il concime, oppure con nuovi formulati "tecnologici" contenenti fosforo altamente assimilabile e difficilmente "retrogradabile" nel terreno.

Hanno anche effetto "starter" i complessi con acidi umici e le combinazioni con microelementi, in particolare zinco che, favorendo la sintesi delle auxine, stimola la radicazione delle piantine.

Per le dosi è bene sempre riferirsi a dati analitici ed impostare un corretto piano di fertilizzazione. In modo indicativo e semplificato si riporta una griglia pratica prevista da alcuni disciplinari di produzione integrata:

Dose standard di apporto di fosforo in situazione normale e per una produzione compresa tra i 650 e i 950 qli/ha:

- ▣ 80 kg/ha: terreni con dotazione elevata di fosforo (P con metodo Olsen > 30 ppm);
- ▣ 130 kg/ha: terreni con dotazione normale di fosforo (11 ppm < P con metodo Olsen < 30 ppm);
- ▣ 190 kg/ha: terreni con dotazione scarsa di fosforo (P con metodo Olsen < 11 ppm).

Decrementi alla dose standard

- ▣ -30 kg: se si prevedono produzioni inferiori a 650 qli/ha;
- ▣ -10 kg: in caso di apporto di ammendante alla coltura in precessione.

Incrementi alla dose standard

- ▣ +30 kg: se si prevedono produzioni superiori a 950 qli/ha;
- ▣ +10 kg: in caso di basso tenore di sostanza organica (S.O. < 1,4% nei suoli sabbiosi, < 1,8% nei suoli di medio impasto, < 2,2% nei suoli argillosi).

Potassio

Anche se particolarmente abbondante negli ambienti italiani, si possono avere carenze nei terreni particolarmente sciolti e privi di colloidali. Le necessità del pomodoro sono elevate durante l'allegagione e l'ingrossamento delle bacche. Le piante possono ritraslocare l'elemento assorbito dalla parte vegetativa ai frutti in accrescimento quando l'apparato radicale perde la sua funzionalità.

In genere viene distribuito, in parte alla preparazione del terreno come solfato di potassio, ed in fertirrigazione (nitrato di potassio) a partire dall'ingrossamento dei frutti (2-3 interventi).

In caso di eccessivo rigoglio vegetativo è possibile spostare il rapporto N/K a vantaggio del potassio, e/o allungare i turni di irrigazione per gestire meglio la crescita delle piante.

Per le dosi, è bene sempre riferirsi a dati analitici ed impostare un corretto piano di fertilizzazione. In modo indicativo e semplificato si riporta una griglia pratica prevista da alcuni disciplinari di produzione integrata:

Dose standard di apporto di potassio in situazione normale per una produzione compresa tra i 650 e i 950 qli/ha:

- ▣ 120 kg/ha: terreni con dotazione elevata di potassio;
- ▣ 200 kg/ha: terreni con dotazione normale di potassio;
- ▣ 250 kg/ha: terreni con dotazione scarsa di potassio.

Dotazione	Terreni sabbiosi K (ppm)	Terreni di medio impasto K (ppm)	Terreni argillosi e limosi K (ppm)
Scarsa	< 80 ppm	< 100	< 120
Normale	80-120 ppm	100-150	120-180
Elevata	>120	>150	>180

Decrementi alla dose standard

- ❑ -40 kg: se si prevedono produzioni inferiori a 650 qli/ha;
- ❑ -30 kg: in caso di apporto di ammendante alla coltura in precessione.

Incrementi alla dose standard

- ❑ +50 kg: se si prevedono produzioni superiori a 950 qli/ha.

AZOTO



Curva assorbimento dell'azoto (Da: Prof. F. Tei)

Numerose ricerche hanno verificato, come possono ritenersi ottimali dosi di azoto di circa 120 kg/ha per coltivazioni a raccolta meccanica e 170 kg/ha per quella a raccolta manuale. Generalmente, quando non distribuito in fertirrigazione, una quota di azoto (30% nei terreni sciolti; 50% nei terreni argillosi) può essere anticipato all'impianto e 2/3 dopo l'allegagione del primo palco fiorale, anche in due interventi (40kg/ha+40kg/ha) fino alla fase che precede la maturazione; nel caso si utilizzino concimi a lenta cessione, può essere aumentata la quota in pre-impianto.

È da ricordare che l'efficienza dei tradizionali concimi azotati si avvicina mediamente al 75%.

La fertirrigazione permette di frazionare gli elementi nutritivi, consentendo un risparmio di concimi azotati fino a 40 kg/ha ed un aumento di rese dell'ordine del 20-30%.

L'eccesso di concimi azotati può:

- ❑ Provocare aborti florali e diminuzione di produzione.
- ❑ Ridurre l'accrescimento delle radici.
- ❑ Facilitare gli attacchi di patogeni.
- ❑ Ritardare la maturazione e renderla non contemporanea, con frutti poco resistenti alle manipolazioni, ecc.

Oggi è possibile far uso di strumenti (SPAD, lettori di fluorescenza, ecc.) e di software modellistici specifici (es. GESCoN-*Elia* e *Conversa*, ecc.) per calcolare e frazionare le dosi di concimi, evitando così perdite nell'ambiente ed inutili consumi "di lusso" da parte delle piante.

Note: durante le prime fasi di accrescimento vegetativo si distribuirà azoto, ma sempre in quantitativi limitati e gradualmente; il rapporto indicativo per i tre elementi può essere N-P-K 3-2-2 (pre-trapianto o pre-semina). Nella fase di fioritura (metà maggio-metà giugno) verrà aumentata la dose di fosforo ed il rapporto passerà a 1-3-1 o 0.5-3-1 (stimolo alla fioritura. Possibile anche l'applicazione di microelementi utili per l'allegagione, quali il boro). Dalla fioritura del quarto-quinto palco si diminuirà la dose di fosforo a vantaggio dell'azoto (rapporto N-P-K 3-1-2). Nella fase di invaiatura e maturazione si incrementerà il potassio, modificando i rapporti a 1-1-3, oppure 1-0-3.



Rapporti ottimali N-P-K. Fonte: "Il Pomodoro da Industria: dinamiche produttive e di mercato nel contesto nazionale ed internazionale – Università Cattolica del Sacro Cuore (PC). M. Schippa (Haifa)"

Fertirrigazione

Con la fertirrigazione si realizza un effetto combinato, nel senso che l'acqua migliora l'assorbimento dei fertilizzanti e al tempo stesso questi rendono più efficiente il consumo dell'acqua. Per la corretta applicazione della tecnica è importante conoscere le esigenze nutrizionali ed idriche della coltura, la reale fertilità del terreno e le caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua di irrigazione.

I principali vantaggi della fertirrigazione possono essere così riassunti:

1. Riduzione della manodopera per la movimentazione dei concimi.
2. Assenza di compattamento causato dallo spandimento nei campi.
3. Possibilità di applicare i fertilizzanti anche in momenti in cui il terreno si presenta poco praticabile per i mezzi agricoli.
4. Possibilità di frazionare le dosi di elementi fertilizzanti in base ai reali fabbisogni delle colture.
5. Localizzazione dei concimi nella zona esplorata dagli apparati radicali.

Per contro, la tecnica è praticabile solo su colture irrigue, richiede elevata professionalità e corretto funzionamento degli impianti, non sempre migliora le rese rispetto alla concimazione tradizionale, ecc.

Per una fertirrigazione ottimale è necessario utilizzare concimi completamente solubili in acqua e porre grande attenzione alla qualità dell'acqua irrigua.

Tabella: Ripartizione concimazione granulare/fertirrigazione (indicativo ed in base a tipologia e dotazione terreno)

		Tessitura prevalente del terreno		
		Sabbiosi	Medio impasto	Argillosi
DOTAZIONE TERRENO	Insufficiente	Fertirrigazione	1/3 Granulare 2/3 Fertirrigazione	2/3 Granulare 1/3 Fertirrig.
	Sufficiente	Fertirrigazione	Fertirrigazione	1/3 Granulare 2/3 Fertirrig.
	Elevata	Fertirrigazione	Fertirrigazione	Fertirrigazione

Alcune norme pratiche

1. Conoscere le asportazioni di macro e micro nutrienti della coltura.
2. Somministrare la giusta quantità di acqua, senza eccessi né carenze.
3. Conoscere le caratteristiche idrologiche e chimico-fisiche dei terreni per calcolare i giusti apporti nutritivi.

4. Conoscere caratteristiche (EC-pH, ecc.) e composizione dell'acqua di irrigazione.
5. Ridurre l'apporto di fertilizzanti del 30% rispetto alle dosi di pieno campo.
6. Nei terreni molto sciolti cercare di far coincidere gli interventi di fertirrigazione (almeno quelli con azoto) con l'irrigazione a goccia.
7. Nei suoli di medio impasto la fertirrigazione può essere applicata con frequenza dimezzata rispetto all'irrigazione a goccia.
8. Nei terreni argillosi la fertirrigazione può essere programmata con frequenza pari a 1/3 di quella dell'irrigazione a goccia.
9. È necessario conoscere la profondità media degli apparati radicali e il contenuto di umidità al momento dell'irrigazione.
10. Non eccedere con i volumi di adacquamento. Non superare la dose necessaria per portare il volume di terreno esplorato dalle radici alla capacità di campo.
11. Dopo aver somministrato circa il 20-25% del volume di adacquamento, immettere il fertilizzante nella acqua di irrigazione.
12. Calcolare di terminare la fertirrigazione quando è stato somministrato l'80-90% del volume di adacquamento. Nei terreni sabbiosi adottare turni irrigui giornalieri o a giorni alterni; nei terreni argillosi adottare turni di 3-4 giorni, per evitare asfissia radicale e spaccature del terreno.
13. Calcolare bene portata e numero dei gocciolatori in modo da bagnare uniformemente tutto il terreno lungo tutta la linea.
14. La distanza dei gocciolatori sull'ala può variare dai 30-40 cm nei terreni sabbiosi a 60-80 cm in quelli argillosi.
15. Mantenere il pH della soluzione fertilizzante a valori fra 5-6.
16. Nella fase di radicazione e vegetazione la conducibilità della soluzione fertilizzante deve essere inferiore (0.3-0.6 dS/m) rispetto alle fasi di fruttificazione (0.8-1.2 dS/m).
17. Non apporrate contemporaneamente fertilizzanti che contengono calcio e/o magnesio con altri che contengono zolfo o fosforo.
18. Non apportare contemporaneamente fertilizzanti a base di fosforo con microelementi.
19. L'apporto di fertilizzanti a reazione acida riduce la possibilità di ostruzione dei gocciolatori e rende più assimilabili i microelementi.

20. L'apporto di fertilizzanti a reazione acida riduce la possibilità di ostruzione dei gocciolatori e rende più assimilabili i microelementi.

(Rielaborato da "Progetto di ricerca OTRIS". Coordinatore Prof. Emanuele Tarantino)

Metodi di fertirrigazione

La fertirrigazione può essere eseguita in due modi:

a) Distribuzione degli elementi nutritivi continua e proporzionale all'intervento irriguo;

b) Distribuzione degli elementi nutritivi stabiliti in modo frazionato nelle diverse fasi fenologiche e secondo determinati rapporti. I fabbisogni della coltura vengono stabiliti considerando le asportazioni, gli apporti naturali, le perdite e le immobilizzazioni.

Di seguito si riporta un esempio di fertirrigazione di pomodoro da mensa per una produzione di 80 t/ha (ciclo 133 giorni).

Tabella: rapporto fra gli elementi nutritivi

		RAPPORTI OTTIMALI ELEMENTI		
Fase fenologica	Periodo 7 gg	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Radicazione	2	1	3	1
Vegetazione	5	1	1	1
Fruttificazione	12	2	1	4
Totale	19	4	5	6

Tabella: fabbisogni in elementi nutritivi

		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Fabbisogno totale	Kg/ha	200	80	320
Pre-trapianto	Kg/ha	40	16	160
Fertirrigazione	Kg/ha	160	64	160

Tabella: quantitativi totali da distribuire per ciascuna fase fenologica in fertirrigazione

Fase fenologica	Quantitativi Totali (kg/ha)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Radicazione	40	38.4	26.6
Vegetazione	40	12.8	26.6
Fruttificazione	80	12.8	106.6

Tabella: quantitativi da distribuire settimanalmente

Fase fenologica	Quantitativi	Settimana (kg/ha)	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Radicazione	20	19.2	13.3
Vegetazione	8	2.56	5.32
Fruttificazione	6.6	1.06	8.8

Esempi Indicativi di Piani di fertirrigazione pomodoro da Industria

Nel primo esempio si riportano gli apporti N-P-K in funzione dello stadio fenologico e riferito ad una decade. Se in una decade si effettuano più irrigazioni, le dosi totali devono essere ripartite in modo equilibrato. Gli apporti in pre-piantaggio (o alla lavorazione del terreno) devono tener conto delle quantità di elementi minerali presenti nel terreno e rilevati con una analisi.

Nel secondo esempio si riportano gli apporti settimanali ed alcuni esempi di concimi impiegabili.

1° Esempio Piano fertirrigazione (indicativo)

Mese	Decade	Fase fen.	Esigenze N-P-K	Apporti N-P-K in unità fertilizzanti kg/ha decadali		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Marzo	1	Pre-Trap.	3-2-2	60	40	42
	2	Pre-Trap.				
	3					
Aprile	1	Trap.				
	2	Trap-Atte.				
	3	Iniz. Accresc.				
Maggio	1	Accres.	0.5-3-1	3	21	7
	2	Accr.-Fiorit.	0.5-3-1	3	21	7
	3	Accr.-Fiorit.				
Giugno	1	Fiorit.-Alleg.	1-2-1	7	14	7
	2	Fio.-Ing.bacc.	3-2-1	21	14	7
	3	Fio.-Ing. Bac	3-1-2	21	7	14
Luglio	1	Ing.bacc.	3-0.5-2	21	3	14
	2	Inv.-Ing.bacc.	1-0-3	7	0	21
	3	Inv.-Matur.	1-0-3	7	0	21
Agosto	1	Mat.-Raccolta				
	2	Mat.-Raccolta				
	3	Raccolta				
Settembre	1	Raccolta				
	2					
	3					
Totale				150	120	140

2° Esempio Piano fertirrigazione (indicativo)

SettimanaTrapianto	Fase	Concime	Quantità Kg/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Falsa semina	12-12-17	300	36	36	51
	Trapianto	F. Monoam.	40	4.8	24.4	0
1 ^a	Attecchimento	F. Monoam.	10	1.2	6.1	0
2 ^a		Nit. Am F. Monoam.	5 20	5.1	0	0
3 ^a	10% copert. suolo	Nit. Amm. F. Monoam. Nitr. Pot.	15 15 10	5.1 1.8 1.3	0 9.2 0	0 0 4.6
4 ^a	Inizio fioritura	Nit. Amm. F. Monoam. Nitr. Pot.	20 15 10	6.8 1.8 1.3	0 9.2 0	0 0 4.6
5 ^a		Nit. Amm. F. Monoam. Nitr. Pot.	25 15 15	8.5 1.8 2.0	0 9.2 0	0 0 6.9
6 ^a	Primi frutticini	Nit. Amm. F. Monoam. Nitr. Pot.	25 10 15	8.5 1.8 2.0	0 6.1 0	0 0 6.9
7 ^a		Nit. Am F. Monoam. Nitr. Pot.	25 10 20	8.5 1.2 2.6	0 6.1 0	0 0 9.2
8 ^a		Nit. Amm. F. Monoam.	25 5 20	8.5 0.6 2.0	0 3.1 0	0 0 6.9
9 ^a		Nit. Amm. Nitr. Pot.	15 10	5.1 1.3	0 0	0 4.6
10 ^a	Viraggio, fine allegagione	Nit. Amm. Nitr. Pot.	5 10	1.7 1.3	0 0	0 4.6
11 ^a						
12 ^a						
13 ^a	10% rosso	Solf. Potas.	15	0	0	7.5
14 ^a		Solf. Potas.	15	0	0	7.5
15 ^a						
16 ^a	Raccolta			120	121	114

Tabelle uso pratico

Tavola di miscibilità dei concimi (c= Compatibile; L= Limitata comp.; X= incompatibile)

	Urea	Nitr. Amm.	Solf. Amm.	Nitr. Calcio	Fosf. Monoamm.	Fosf. Monop.	Acido Fosf.	Nitrato potassio	Solfato magnesio	Solfato potassio
Urea		C	C	C	C	C	C	C	C	C
Nitr. Amm.	C		C	C	C	C	C	C	C	C
Solf. Amm.	C	C		L	C	C		L		
Nitr. Calcio	C	C	L		X	X	X	C	C	L
Fosf. Monoamm.	C	C	C	X		C	C	C	X	C
Fosf. Monop.	C	C	C	X	C		C	C	X	C
Acido Fosf.	C			X	C	C		C	X	C
Nitrato potassio	C	C	L	C	C	C	C		L	C
Solfato magnesio	C	C		C	X	X	X	L		C
Solfato potassio	C	C		L	C	C	C	C	C	

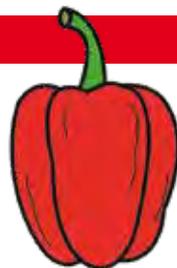
Solubilità, pH soluzione e altre caratteristiche di alcuni concimi per fertirrigazione

	Quantità solubilizzata (kg) in 100 litri a 20°C	Tempo solubilizz. (min.)	pH soluzione
Urea	105	20	9.5
Nitrato amm.	195	20	5.6
Solf. Amm.	43	15	4.5
Fosf. Monoamm.	40	20	4.5
Fosf. Biammo.	60	20	7.6
Cloruro di potassio	34	5	7-9
Solfato di potassio	11	5	8.5-9.5
Nitrato di potassio	31	3	10.8

Tabella: valutazione acque irrigazione

Parametro	Unità misura	Limiti colture serra	Limiti colture pieno campo	Rischi sup. limiti
pH	dS/m (25°C)	6.0-8.0	6.0-8.0	Ottur. ugelli pH elevati
EC	ppm	<0.75	<1.50	Accumulo in suolo; depositi sulle foglie
Calcio	ppm	<150		Ottur. ugelli; depositi sulle foglie
Magnesio	ppm	<35		Ottur. ugelli; depositi sulle foglie
Sodio	ppm	<50	<150	Accumulo in suolo; depositi sulle foglie
Cloruri	ppm	<200	<200	Accumulo in suolo; depositi sulle foglie
Carb. Bicarb.	ppm	<250		Accumulo in suolo; depositi sulle foglie; ottur.
Solfati	ppm (S)	<50	<300	Accumulo in suolo; depositi sulle foglie
Ferro	ppm	<1.0	<3.0	Ottur. ugelli; depositi sulle foglie

PEPERONE



Asportazioni

I prelievi di elementi nutritivi per ogni tonnellata di bacche prodotte si stimano in :

Azoto 3.9 kg

Fosforo 1.0 kg

Potassio 5.0 kg

Calcio 2.0 kg

Magnesio 0.2 kg

Nel peperone vi sono due momenti di particolare sensibilità alla disponibilità di elementi nutritivi nel terreno: esordio della fioritura e inizio della maturazione dei frutti. Per una produzione di 50 t/ha di bacche vengono teoricamente asportate 190 kg di azoto, 50 kg di P_2O_5 e 250 kg di K_2O .

Concimazione

L'azoto influenza positivamente l'attività vegetativa della pianta, la fioritura e l'allegagione, nonché il numero e la pezzatura delle bacche; deve essere distribuito in maniera quanto più possibile frazionata, parte al trapianto (50% della dose totale) e parte in copertura (35% della dose totale un mese dopo il trapianto e il restante 15% dopo la 1^a o la 2^a raccolta). Un'altra possibilità prevede le seguenti applicazioni: 30% al trapianto; 35% ad inizio fioritura; 35% ad inizio fruttificazione

SPINACIO



Asportazioni

Le esigenze nutritive sono di media entità, con asportazioni per tonnellata di prodotto di 3.6-4.7 kg di azoto, 0.7-1.6 kg di P_2O_5 e 4.7-9.3 kg di K_2O . Lo spinacio tende ad accumulare notevoli quantità di nitrati e di ossalati, soprattutto quando è coltivato in condizioni di elevata disponibilità di azoto nitrico. Il contenuto di nitrati si riduce quando, almeno una parte dell'azoto, è fornito in forma ureica o ammoniacale. Circa il 50% dell'azoto asportato dalla coltura è assorbito nel periodo tra l'emergenza e la comparsa della 10^a foglia vera.

Concimazione

Per una produzione media di 13-14 t/ha di sostanza fresca, e operando in terreni usualmente destinati a specie orticole, normalmente ben dotati di elementi nutritivi, si possono somministrare 100-150 kg/ha di azoto, 70-100 kg/ha di P_2O_5 , 150-180 kg/ha di K_2O . I concimi fosfatici e potassici possono essere distribuiti durante i lavori di preparazione del terreno, avendo cura di non interrarli oltre 15-20 cm.

L'azoto viene distribuito in parte in pre-semina e in parte in copertura con 2-3 applicazioni; il numero di queste aumenta con la dose di azoto e la lunghezza del ciclo colturale, e diminuisce all'aumentare del livello iniziale di N_{min} nel terreno (es. 30% in pre-semina; 40% allo stadio di 4-5 foglie; 30% allo stadio di 10-11 foglie).

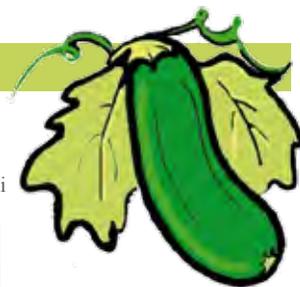
ZUCCHINO

Asportazioni

Fabbisogni indicativi di elementi nutritivi (kg di elementi nutritivi per t di frutti)

Elementi	kg/t di bulbi
Azoto (N)	3.8
Fosforo (P_2O_5)	1.6
Potassio (K_2O)	9.0
Magnesio (MgO)	1.0

(Fonte: Manuale di corretta prassi per la produzione integrata dello zucchini. Regione Umbria)



Una coltura di pieno campo, per una produzione attesa di 40 t/ha, deve poter disporre di 160 kg/ha di azoto, 70 kg/ha di P_2O_5 e di 360 kg/ha di K_2O .

In coltura protetta, le produzioni possono raggiungere e superare facilmente le 70-80 t/ha, per cui i fabbisogni diventano: azoto 300-320 kg/ha, P_2O_5 120-140 kg/ha, K_2O 600-700 kg/ha.

Concimazione

In generale, in una coltivazione di zucchini in pieno campo, vengono apportate:

- 150-200 kg/ha di P_2O_5 , incorporato nel terreno con i lavori preparatori di pre-semina o pre-trapianto.
- 150-200 kg/ha di K_2O , incorporato nel terreno con i lavori preparatori di pre-semina o pre-trapianto.

• 100-150 kg/ha di azoto. Un terzo degli apporti azotati viene somministrato come concimazione di base insieme a fosforo e potassio; il rimanente in copertura, frazionando la dose in più interventi.

Coefficienti di asportazione di azoto, fosforo e potassio (kg per 100 kg di prodotto) delle principali colture orticole

Coltura	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Coltura	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Aglio	1,26	0,37	0,75	Lattuga in coltura protetta	0,31	0,09	0,50
Asparago verde	2,14	0,60	2,08	Melanzana	0,54	0,21	0,68
Basilico	0,87	0,77	1,11	Melone	0,37	0,17	0,59
Bietola da coste	0,44	0,23	0,57	Patata	0,41	0,16	0,71
Bietola da foglie	0,52	0,30	0,55	Peperone	0,44	0,11	0,50
Broccoletto di rapa	0,40	0,10	0,53	Peperone in pieno campo	0,40	0,15	0,50
Broccolo	0,51	0,15	0,50	Pisello (fresco)	1,25	0,46	0,74
Cappuccio	0,52	0,19	0,56	Pisello (fresco) + paglia	4,75	1,30	4,00
Carciofo	0,89	0,36	1,25	Pomodoro da industria	0,26	0,18	0,37
Cardo	0,59	0,20	0,70	Pomodoro da mensa in pieno campo	0,28	0,18	0,40
Cavolfiore	0,45	0,20	0,61	Porro	0,40	0,15	0,35
Cavolo Rapa	0,44	0,22	0,40	Prezzemolo foglie	0,29	0,13	0,39
Cetriolo	0,22	0,14	0,25	Prezzemolo pianta intera	0,26	0,08	0,48
Cicoria	0,48	0,31	0,98	Radichio	1,64	0,30	0,94
Cipolla	0,33	0,13	0,34	Rapa	0,60	0,45	1,20
Cocomero	0,21	0,14	0,29	Ravanello	0,38	0,23	0,47
Endivia (riccia e scarola)	0,46	0,32	0,68	Scalognò	0,27	0,13	0,27
Fagiolino da industria	0,43	0,20	0,60	Sedano	0,58	0,23	0,90
Fagiolino da mercato fresco	0,67	0,28	0,83	Spinacio da industria	0,53	0,18	0,83
Fagiolo	0,77	0,26	0,84	Spinacio da mercato fresco	0,52	0,17	0,80
Fagiolo secco	7,00	3,10	6,90	Verza	0,56	0,20	0,55
Coltura	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Coltura	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Fava	0,73	0,20	0,60	Verza da industria	0,50	0,21	0,55
Finocchio	0,59	0,13	0,87	Zucca	0,34	0,16	0,70
Fragola	0,54	0,25	0,91	Zucchini da industria	0,47	0,21	0,84
Lattuga	0,28	0,12	0,54	Zucchini da mercato fresco	0,43	0,20	0,86

(Fonte: Comitato Tecnico Scientifico Nazionale dei disciplinari di produzione Integrata)

INDICE SCHEDE COLTURE

COLTURE FRUTTICOLE

• Actinidia	pag. 106
• Agrumi	pag. 115
• Albicocco	pag. 124
• Ciliegio	pag. 127
• Fico	pag. 130
• Fragola	pag. 131
• Kaki	pag. 134
• Mandorlo	pag. 137
• Melo	pag. 139
• Melograno	pag. 148
• Nocciolo	pag. 150
• Noce	pag. 151
• Olivo	pag. 152
• Pero	pag. 159
• Pesco	pag. 161
• Vite	pag. 166

COLTURE AGROINDUSTRIALI

• Barbabietola da zucchero	pag. 175
• Colza	pag. 176
• Girasole	pag. 177
• Grano	pag. 178
• Mais	pag. 182
• Orzo	pag. 182

- Soia pag. 183
- Sorgo pag. 184

COLTURE ORTICOLE

- Asparago pag. 186
- Brassicaceae pag. 186
- Carciofo pag. 188
- Carota pag. 190
- Cetriolo pag. 191
- Cipolla pag. 192
- Cocomero pag. 193
- Fagiolo pag. 194
- Fava pag. 194
- Finocchio pag. 195
- Lattughe pag. 196
- Melanzana pag. 197
- Melone pag. 198
- Patata pag. 200
- Peperone pag. 215
- Pisello pag. 194
- Pomodoro pag. 201
- Spinacio pag. 215
- Zucchini pag. 216

BIBLIOGRAFIA PRINCIPALE

- AA.VV.(1986). La fertilizzazione delle piante da frutto. Atti del convegno SOI.
- AA.VV (1998). Le melon pour un produit de qualité. Ed. CTIFL (Paris).
- AA.VV. (1999). Azoto. Cultures Légumières et fraisier. Environnement et qualité. CTIFL (Paris).
- AA.VV. (2000). Guida alle concimazioni. Regione Campania. SeSIRCA.
- AA.VV. (2001). Modelli di peschicoltura ecocompatibile per la Campania. Edizioni regione Campania.
- AA.VV (2003). La culture du fraisier sur substrate. CTIFL (Paris).
- AA.VV. (2004). Fertilisation des vergers. Environnement et qualité. CTIFL (Paris).
- AA.VV. (2006). Speciale melo. Ed. www.PhytoMagazine
- AA.VV. (2006). Metodi di valutazione dei suoli e delle terre. Edizioni Cantagallo (SI).
- AA.VV. (2006). Notiziario tecnico n°74. Edizioni CRPV (Cesena).
- AA.VV. (2009). Il carciofo ed il cardo, Coord. Scientifico N. calabrese. Collana Coltura e cultura, ideata e coordinata da R. Angelini, Ed. Script, BO, pag. 464.
- AA.VV. (2009). Colture erbacee. Cereali, foraggere industriali. Edizioni Centro di ricerca e Sperimentazione in agricoltura “B. Caramia”-Locorotondo.
- AA.VV. (2012-2013-2014-2015-2016). Frutticoltura sostenibile in Piemonte. AGRION.
- AA.VV.(2012). Monographie abricot. CTIFL (Paris).
- AA.VV. (2012). Arboricoltura generale. Patron Edizioni (BO).
- AA.VV. (2013). Coltivazione della vite ad uva da tavola e produzione integrata. AGREA Edizioni.
- AA.VV. (2015). Le choux à inflorescences. CTIFL (Paris).
- AA.VV. (2016). Guida viticoltura. Ed. Beratungsring.org.
- AA.VV. (2016). Guida melo. Ed. Beratungsring.org.
- AA.VV. (2016). Guia práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Edizioni Ministerio de Medio ambiente y medio rural Marine.
- Bianco V.V., Pimpini F. (2005).** Orticoltura. Patron Edizioni (BO).
- Campos J.H.(2016).** Diagnostico Nutricional y principios de fertilizacion en frutales y vides. INIA Chile.
- Colapietra M. (2004).** L’uva da tavola. Ed Il Sole 24 Ore. Business Media (BO).
- Crespy A. (2007).** Manuel pratique de fertilisation. Qualité des mouts et des vins. Ed. OENOPLURIMEDIA (France).
- Delas J. (2000).** Fertilisation de la vigne. Edition Féret (Bordeaux).

Ferre C.F. (2003). Técnicas de producción en cultivos protegidos. Voll. 1-2 Ediciones AgrotecnicaS.

Fregoni M. (1970). La concimazione della vite. Università Cattolica del Sacro Cuore-Piacenza.

Losciale P. (2016). Il mandarlo. Coltivazione e innovazione. Edagricole. New Business Media (MI)

Fregoni M. (2013). Viticoltura di qualità. Edizioni Tecniche Nuove (MI).

Gil Gonzalo F.; Pszczolkowski P. (2015). Viticoltura. Ed. Universidad Católica de Chile.

Gonzalez I.M. (2012). Nuevas Fichas Hortícolas. INIA Chile.

Pantezzi T. (2007). Guida alla realizzazione e gestione degli impianti di melo. Istituto Agrario S. Michele all'Adige.

Peron J. Y. (2006). Productions légumières. ed. Lavoisier (Paris).

Piccirillo P. (2016). Il Fico. Edagricole New Business Media (MI).

Pimpini F. (2001). Principi tecnico-agronomici della fertirrigazione e del fuori suolo. Veneto Agricoltura (PD).

Rodriguez E., Ferre F. (2008). Manuale práctico de fertirrigación en riego por goteo. Ediciones AgrotecnicaS.

Sansavini S, Fideghelli C. (2005). Il Pesco. Edagricole (BO).

Sansavini S., Ranalli P. (2012) Manuale di ortofrutticoltura. Edizioni Agricole Il Sole 24 Ore. Business Media (MI).

Sequi P. Coord.(2005). Fondamenti di chimica del suolo. Patron editore (BO).

Sequi P., Benedetti A. (1998). I fertilizzanti organici. Ed. L'informatore Agrario (VR).

Tesi R. (2010). Orticoltura sostenibile. Patron Edizioni Bologna..

Vacante V., Calabrese F. (2004). CITRUS. Trattato di agrumicoltura. Edizioni Agricole Il Sole 24 Ore. Business media (MI).

Zurri R., Colapietra M. (2008). La coltivazione dell'uva da tavola in ambiente mediterraneo. AGRIS (Cagliari).

Riviste consultate: L'Informatore agrario, Terra e vita, Frutticoltura, Italus Hortus.

Atti di convegni.

L'autore è a disposizione degli aventi diritto con i quali non gli è stato possibile comunicare, nonché per involontarie omissioni o inesattezze nella citazione delle fonti dei brani e delle illustrazioni riprodotte nel presente volume.

*Il volumetto non è in vendita. È stato realizzato per uso didattico/non commerciale.
Distribuzione gratuita a studenti, tecnici e agricoltori.
Si ringraziano gli Enti e le Aziende che ne hanno permesso la pubblicazione.*



Silverio Pachioli

Laureato in Scienze agrarie all'Università degli Studi di Bologna. Agronomo libero professionista, è docente di Produzione vegetale e difesa delle piante in un Istituto Tecnico Agrario.

Appassionato divulgatore di tecniche innovative di difesa con mezzi alternativi e complementari alla chimica. Consulente di aziende ortofrutticole e viticole.

Opuscolo divulgativo realizzato grazie al contributo



Agricoltura rispettosa dell'ambiente

**“La misura della fertilità del suolo
è data dagli animaletti che vivono nella sua pinguedine
e che attirano corvi, storni e piche quando s'ara”**

Vincenzo Tanara

(agronomo bolognese , 1644)