



# Bollettino

## della Società Italiana della Scienza del Suolo

Volume 51, 2002

No. 3

№ 21

**Contributo dell'Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti**  
**Gruppo di Lavoro 8: razionalizzazione dell'uso dei fertilizzanti**  
**e disciplinari di produzione**

Guida alla corretta gestione della fertilità del suolo - Analisi del terreno e piani di fertilizzazione - <i>S. Canali, D. Mangione, C. Beni, B. Felici, R. Sangiorgi, A. Leonelli</i>	773
Agrumi: modalità di campionamento per terreno, foglie, acque d'irrigazione e frutti; valori analitici di riferimento - <i>F. Intrigliolo, G. Rocuzzo, G. Lacertosa, P. Rapisarda, S. Canali</i>	833
<b>Tavole a colori</b>	<b>879</b>
La Fertilizzazione e la Buona Pratica Agricola nelle Direttive Comunitarie e nelle Iniziative Nazionali sull'Agroambiente - <i>R. Francaviglia</i>	897



**Bollettino  
della Società Italiana  
della Scienza del Suolo**

Volume 51

**DAZZI**

**No. 3 2002**

---

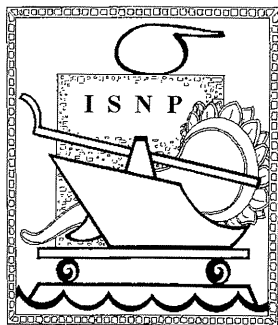




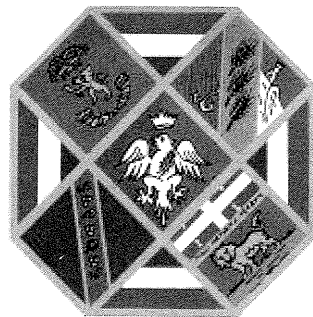
**Società Italiana della Scienza del Suolo**

# **Guida alla corretta gestione della fertilità del suolo**

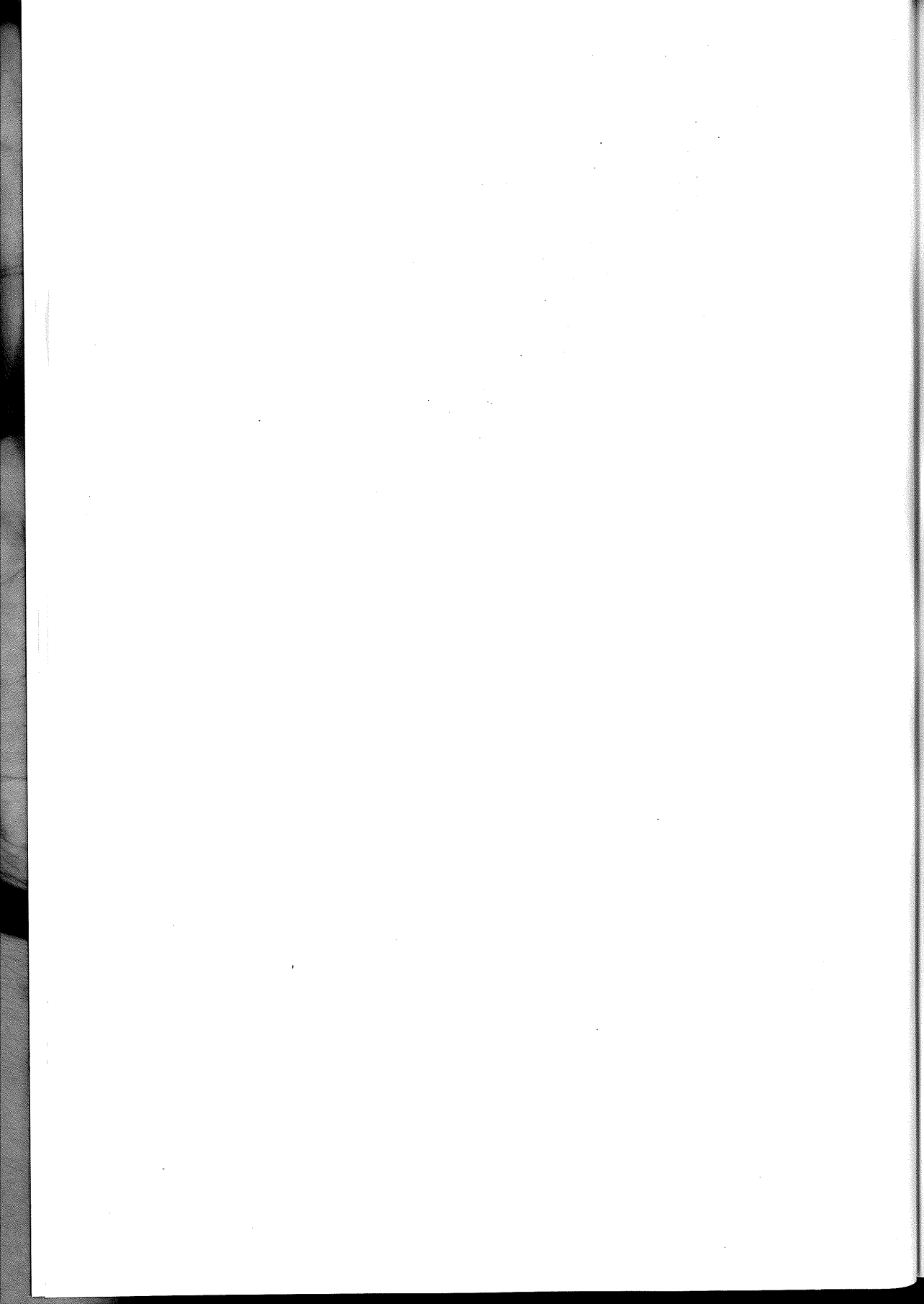
## **Analisi del terreno e piani di fertilizzazione**



**Istituto Sperimentale per la  
Nutrizione delle piante**



**Regione Lazio  
Assessorato  
all'Agricoltura**



## *GUIDA ALLA CORRETTA GESTIONE DELLA FERTILITÀ DEL SUOLO ANALISI DEL TERRENO E PIANI DI FERTILIZZAZIONE*

Stefano Canali <sup>1</sup>, Daniela Mangione <sup>1</sup>, Claudio Beni <sup>1</sup>, Barbara Felici <sup>1</sup>

Renata Sangiorgi <sup>2</sup>, Alessio Leonelli <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante

<sup>2</sup> Regione Lazio

### Presentazione

Tra gli impegni che l'Assessorato all'Agricoltura della Regione Lazio ha assunto nell'ambito dei Servizi di Sviluppo Agricolo, riveste particolare rilievo la problematica connessa alla corretta gestione della fertilità del suolo.

A tal fine l'assessorato ha avviato, in convenzione con l'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante del MiPA, un servizio di aggiornamento volto a formare nei tecnici dei Servizi di Sviluppo Agricolo (pubblici e privati) e negli agricoltori, una conoscenza delle problematiche connesse alla fertilizzazione, prima fra tutte quella derivante dall'inquinamento da nitrati, nonché a sensibilizzare sull'importanza di una corretta analisi del terreno e fogliare a supporto dei piani di fertilizzazione.

L'esperienza maturata nell'ambito della convenzione ha permesso a questo assessorato di introdurre novità tecniche nell'ambito delle misure agroambientali del Piano di Sviluppo Rurale che prevedono, per la produzione integrata e per l'agricoltura biologica, l'obbligo, per il beneficiario, di predisporre un piano di fertilizzazione per tutte le colture oggetto di intervento sulla base di un'analisi completa del terreno.

Il presente opuscolo, frutto della sinergia tra i ricercatori dell'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante e i tecnici dell'assessorato, vuole essere un supporto per gli operatori agricoli che affrontano queste tematiche a garanzia della qualità delle loro produzioni agricole, a tutela della salute dei consumatori e nel rispetto dell'ambiente.

L'Assessore all'Agricoltura

Antonello Iannarilli

---

Publicazione divulgativa realizzata in collaborazione tra la Regione Lazio e l'I.S.N.P. nell'ambito della convenzione intitolata: "Programma per la realizzazione di un Servizio di aggiornamento sulla concimazione e analisi dei terreni".

---

## **Introduzione**

L'attività di aggiornamento sulla corretta gestione della fertilità del suolo è stata oggetto di apposite convenzioni stipulate, a partire dal 1996, tra Regione Lazio e L'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante che ha assicurato il supporto scientifico e tecnico al programma.

In questo periodo sono state realizzate attività di aggiornamento e formazione dei tecnici pubblici e privati con il pieno coinvolgimento delle Organizzazioni Professionali agricole attraverso gli Enti riconosciuti idonei a fornire i servizi di Assistenza tecnica alle aziende. I tecnici formati hanno avviato su tutto il territorio regionale l'attività seminariale di informazione e aggiornamento degli agricoltori affiancando a questa lo svolgimento di centinaia di analisi del terreno e fogliari a carattere dimostrativo e predisponendo i relativi piani di fertilizzazione.

A completamento dell'attività è stato istituito il Registro Regionale dei Laboratori di analisi del suolo e fogliari.

Questa pubblicazione, insieme alle altre della Collana dei Servizi di Sviluppo Agricolo, fornisce un supporto per razionalizzare la pratica della fertilizzazione, mantenendo inalterata nel tempo la potenzialità produttiva del terreno e l'equilibrio dell'agroecosistema.

L'attività svolta ha visto il coinvolgimento diretto dei tecnici regionali dei servizi di sviluppo agricolo, dei ricercatori dell'istituto e degli agricoltori, ed è stata riconosciuta da più parti quale validissimo esempio di come la ricerca, la sperimentazione e la divulgazione possono integrare per trasferire le innovazioni scientifiche e tecnologiche a livello dei produttori agricoli.

Il Direttore del Dipartimento Economico e Occupazionale

Dott. Giorgio Camponi

---

## **1. La fertilità del terreno**

Il tentativo di fornire una definizione in senso assoluto della fertilità del suolo ricorre fin dall'antichità. Delle innumerevoli definizioni susseguitesesi nel tempo, tuttavia, viene ricordata ancora oggi quella enunciata dal Ridolfi nel 1843: fertilità è "la mirabile attitudine del suolo a produrre".

Negli ultimi decenni sono stati definiti anche i fattori di fertilità, ossia l'insieme dei fattori naturali e antropici (cioè relativi all'attività dell'uomo) che influenzano la produzione agricola. Tra i fattori naturali assumono una particolare rilevanza nel determinare la formazione e le dotazioni di un suolo il clima e la natura dei materiali che hanno dato origine al suolo stesso, mentre i fattori antropici più importanti sono rappresentati dagli interventi agronomici.

### **1.1. Il concetto di fertilità**

Per comprendere il concetto di fertilità bisogna considerare alcuni aspetti fondamentali, che possono essere riassunti nei quattro punti seguenti:

1. La fertilità dipende dalle proprietà complesse del suolo, ma deve essere espressa in funzione delle piante: ne consegue che nessun suolo può essere definito fertile in senso assoluto, perché la fertilità varia in funzione della pianta coltivata.

2. La massima fertilità conseguibile, in termini di massima produzione agraria, non coincide con la convenienza economica degli interventi agronomici tesi a raggiungerla; infatti, proseguendo con gli apporti di fertilizzanti, si arriva ad un limite oltre il quale non si ha più convenienza ad intervenire agronomicamente, poiché il costo delle ulteriori dosi di fertilizzante è più alto del ricavo ottenibile dall'incremento produttivo.

3. La fertilità non è funzione di singole colture o di singoli conti economici, ma va considerata in un contesto generale. Ciò in quanto:

a. ogni intervento agronomico dà origine ad effetti di medio e lungo periodo;

b. esistono diverse interdipendenze tra l'agricoltura, gli altri comparti produttivi e l'ambiente; ad esempio, le colture migliorate geneticamente sono sempre più esigenti in elementi nutritivi; ed ancora, il deterioramento della qualità delle acque irrigue o di altri fattori da parte dell'am-



biente, richiedono una particolare attenzione nella gestione della fertilità dei suoli agrari.

4. I fattori di fertilità sono interdipendenti tra loro; ciò rende difficile l'elaborazione di modelli di valutazione della fertilità, come vedremo in questa guida.

5. I fattori di fertilità, oltre che in naturali e antropici, possono essere suddivisi in tre categorie: fisici, chimici e biologici. I parametri fisici e chimici dipendono dalla composizione dei materiali originari e dai processi da essi subiti nel corso della formazione del suolo e hanno la peculiarità di modificarsi lentamente nel tempo in seguito agli interventi agronomici.

La misura dei parametri fisici e chimici fornisce informazioni sul contenuto dei costituenti del suolo, consentendo la valutazione qualitativa globale dello stesso.

Per questo motivo, la presente guida è volta essenzialmente alla descrizione dei metodi analitici ufficiali utilizzati correntemente nella maggior parte dei laboratori specializzati e all'interpretazione dei risultati ottenibili con tali metodiche.

La guida, pertanto, esula dalla trattazione dei metodi per misurare e valutare la fertilità biologica, eseguiti a tutt'oggi quasi esclusivamente da specialisti operanti nei centri di ricerca. Ciò si spiega con la scarsa diffusione delle tecniche analitiche, di raccolta e trattamento dei campioni e con le difficoltà interpretative dei risultati ottenuti.

In prospettiva, è auspicabile per il futuro prossimo che la valutazione della fertilità biologica divenga una routine per i laboratori, in quanto fornisce importanti informazioni sulla funzionalità del suolo, sia in termini specifici che generali.

## 1.2 La valutazione della fertilità chimico-fisica

La valutazione della fertilità di un suolo viene effettuata mediante le analisi chimico-fisiche, che consentono di: 1 ottenere informazioni sulle componenti minerali e sul loro stato di aggregazione; 2 determinare la capacità del suolo di fornire alle piante gli elementi nutritivi necessari, con particolare attenzione per le forme assimilabili degli stessi elementi.

Tuttavia, tali determinazioni da sole non sono sufficienti a definire complessivamente né la disponibilità di elementi nutritivi per le piante,

né il destino dei fertilizzanti apportati al suolo, in quanto occorre tenere conto della specie vegetale e di numerosi fattori intrinseci al suolo, la cui conoscenza è indispensabile per poter calibrare gli interventi di fertilizzazione. Va ricordato infine, che l'interdipendenza dei fattori di fertilità fa sì che per ottenere uno stato di fertilità ottimale ogni fattore si deve trovare in un optimum di stato e di funzionalità.

## **2. La nutrizione delle piante**



Le piante assorbono gli elementi nutritivi prevalentemente per mezzo dell'apparato radicale dalla soluzione del terreno. Tuttavia, la capacità di assorbire ioni e molecole semplici viene attribuita anche ad altri organi vegetali, quali le foglie, gli steli, ecc.

### **2.1. Le modalità di assorbimento**

La soluzione del suolo è in equilibrio dinamico con i costituenti della fase solida e con i tessuti della radice. Gli ioni possono raggiungere le radici attraverso meccanismi di diversa natura, dopo di che può avvenire l'assorbimento degli ioni da parte della pianta; questo avviene in due fasi distinte: la prima definita assorbimento passivo, la seconda di tipo attivo. La fase passiva è caratterizzata dal libero movimento degli ioni da e verso i tessuti radicali; la fase attiva avviene grazie ad un processo chimico legato all'attività enzimatica del tessuto radicale. L'esistenza del trasporto attivo nelle piante è dimostrata dalla capacità delle radici di assorbire selettivamente gli ioni in funzione delle proprie esigenze metaboliche e dalla facoltà di continuare ad assorbire gli ioni dalla soluzione del suolo anche quando la concentrazione di un dato elemento nella radice è superiore a quello della soluzione stessa.

L'assorbimento di cationi richiede consumi energetici diversi; ad esempio, l'utilizzo di cationi non scambiabili può essere reso possibile dalla secrezione da parte dei tessuti radicali di sostanze che mobilizzano gli elementi. Questa attività metabolica presenta una richiesta energetica superiore a quella necessaria all'assorbimento di elementi in forma scambiabile. In altri casi, la spesa metabolica dipende da interazioni più complesse tra gli elementi presenti nel terreno o da alcune proprietà chimiche del suolo, che saranno descritte ampiamente nei paragrafi seguenti. L'assorbimento fogliare si può verificare quando una soluzione salina viene a contatto dell'epi-

dermide fogliare. Da questa proprietà delle piante scaturisce la pratica della concimazione fogliare, utile per sopperire in tempi brevi ad alcune carenze nutritive dovute alla mancata disponibilità di elementi in forma assimilabile.

## 2.2. Gli elementi nutritivi e le piante

Le piante hanno la capacità di assorbire gli elementi selettivamente in funzione delle proprie esigenze metaboliche e non assumono, pertanto, i nutrienti in proporzione alla dotazione del suolo. In conseguenza di ciò, nella composizione elementare delle piante possono essere riscontrati in quantità ridotta alcuni elementi, presenti invece abbondantemente nel suolo. Gli elementi vengono distinti in essenziali, cioè indispensabili per la vita delle piante, ed accessori, le cui funzioni biologiche non sono ancora note, pur essendo presenti in molti tessuti vegetali. Tale distinzione, tuttavia, non ha valore assoluto, in quanto dipende dalla specie vegetale e dalla capacità degli elementi di sostituirsi tra loro nello svolgimento di alcune funzioni metaboliche.

Degli elementi ritenuti essenziali per le piante, tre provengono dall'atmosfera (carbonio, idrogeno e ossigeno), mentre gli altri sono presenti nel suolo. Questi ultimi vengono suddivisi in funzione del loro contenuto nei vegetali in: elementi nutritivi principali (azoto, fosforo e potassio); elementi secondari (zolfo, calcio, magnesio e sodio); microelementi (ferro, manganese, zinco, rame, boro, molibdeno, ai quali di recente è stato aggiunto il cobalto). La disponibilità di elementi nutritivi di un suolo è in continua evoluzione:

1. parte degli elementi legati fortemente alle componenti minerali del terreno o presenti in molecole organiche complesse possono divenire utili per le piante in tempi molto lunghi;

2. i nutrienti presenti nei minerali secondari o in forme organiche labili costituiscono la cosiddetta riserva mobilizzabile;

3. gli elementi nutritivi adsorbiti sul complesso di scambio, una volta entrati nella soluzione del suolo, possono essere assorbiti direttamente dalle radici delle piante, costituendo così una riserva di forme scambiabili;

4. le riserve di più pronta utilizzazione sono definite assimilabili.

Il ruolo degli elementi nutritivi, il loro comportamento nel terreno e il possibile impatto sull'ambiente sono stati delineati nel paragrafo 6.12.

---

### **3. Il piano di fertilizzazione**

#### **Cos'è il piano di fertilizzazione**

Il piano di fertilizzazione è un documento che viene redatto sulla base di un insieme di dati (analisi del suolo, dati climatici, pedologici, territoriali, aziendali e produttivi) e che permette di stabilire per una data coltura, quantità, tempi e modalità di distribuzione dei fertilizzanti organici ed inorganici.

#### **Perché effettuare il piano di fertilizzazione**

Il piano di fertilizzazione permette all'agricoltore di "dosare" la nutrizione delle colture aziendali basandosi non più su dati empirici o formule preconfezionate bensì sulle reali disponibilità nel suolo e sulle esigenze della pianta.

I vantaggi di questo modo di procedere sono molteplici:

1. economici, in quanto consente di stabilire di cosa effettivamente necessita la coltura e in che misura, limitando così l'acquisto e l'impiego di fertilizzanti e la loro incidenza sul costo di produzione.
2. ambientali, in quanto permette di evitare inutili sprechi dei nutrienti e, quindi, i possibili effetti di inquinamento delle falde idriche in particolare per l'azoto.
3. di conservazione della fertilità del suolo, in quanto attraverso il controllo degli equilibri che si instaurano nel suolo e tra il suolo e le piante bilanciando l'impiego di fertilizzanti (organici ed inorganici naturali o di sintesi).
4. colturali, perchè vengono soddisfatti i fabbisogni di nutrienti delle specie coltivate.

#### **Come realizzare un piano di fertilizzazione**

Per la redazione del piano di fertilizzazione è importante la collaborazione dell'agricoltore per aiutare il tecnico a raccogliere una serie di informazioni relative all'azienda e alla specifica coltura (o alle colture) da fertilizzare.

---

### IMPORTANTE

Il tecnico per arrivare a fornire il piano di fertilizzazione dovrà seguire questo schema di lavoro:

1. studio della situazione aziendale e compilazione della scheda aziendale;
2. individuazione degli appezzamenti;
3. campionamento del suolo;
4. analisi dei campioni;
5. elaborazione dei dati e formulazione del piano di fertilizzazione.

#### **4. Lo studio della situazione aziendale e la compilazio-**

Nella scheda aziendale vengono raccolte una serie di informazioni di carattere generale (es. territorio, clima, ecc.) e altre relative all'azienda, quali:

- la giacitura e l'esposizione dell'azienda;
- l'andamento climatico;
- l'estensione e il numero degli appezzamenti;
- i tipi di lavorazioni, le sistemazioni idrauliche adottate e i metodi irrigui;
- i tipi di colture (erbacee o arboree) e le rotazioni;
- la tecnica colturale;
- le produzioni medie;
- il parco macchine aziendale e mezzi per la distribuzione dei fertilizzanti;
- le disponibilità aziendali ed extra-aziendali di fertilizzanti organici.

In questa fase l'agricoltore partecipa attivamente apportando il suo contributo di conoscenze e di esperienza.

### Esempio di scheda aziendale per la raccolta delle informazioni essenziali

Azienda:	identificazione e locazione	
Apezzamento:	superficie	
	giacitura	
	esposizione	
	presenza/assenza di scheletro	
	colore uniforme/disforme	
Coltura da realizzare:	coltura	
	produzione attesa	
	irrigazione (eventuale):	sistema
		dosi di adattamento
	lavorazioni:	tipologie
Ultima coltura principale realizzata:	Profondità	
	coltura	
	produzioni ottenute	
	fertilizzazioni eseguite:	dosi
		tipologie di fertilizzanti
Penultima coltura principale realizzata:	coltura	
	produzioni ottenute	
	fertilizzazioni eseguite:	dosi
		tipologie di fertilizzanti
	coltura	
Terzultima coltura principale realizzata:	produzioni ottenute	
	fertilizzazioni eseguite:	dosi
		tipologie di fertilizzanti
	coltura	
	produzioni ottenute	
	dosi	
	tipologie di fertilizzanti	
Codice campione prelevato:		
Data prelievo:		

## 5. La delimitazione degli appezzamenti e il campionamento

Il suolo è caratterizzato da un'estrema variabilità ed è importante cercare di individuare degli appezzamenti che siano più uniformi possibile (per colture, esposizione, pendenza, ecc.).

L'azienda andrà quindi suddivisa in aree omogenee all'interno delle quali effettuare uno o più campionamenti a seconda dell'estensione, percorrendo il campo in modo da coprire tutta la superficie da campionare seguendo un percorso a "X" o a "W" (Fig. 1). Per ottenere un campione di suolo da sottoporre ad analisi che sia rappresentativo di tutto l'appezzamento è necessario prelevare più campioni elementari da mescolare bene in un secchio o in una carriola. Da questo materiale si preleva un campione finale di almeno 1 kg da inviare al laboratorio di analisi.

### Le attrezzature per il campionamento

Per effettuare il campionamento sono necessarie le seguenti attrezzature:

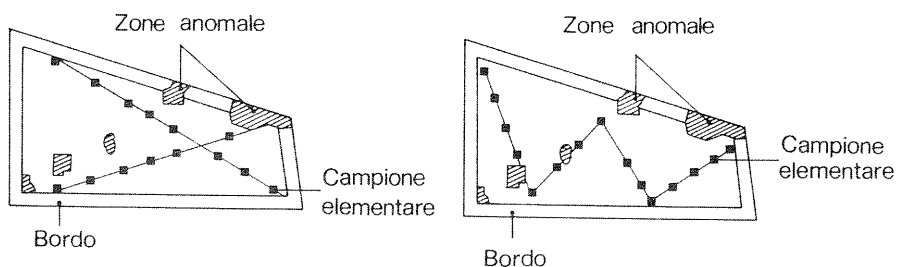
- la trivella che è lo strumento fondamentale per il prelievo dei campioni di suolo (in alternativa si può usare la vanga);
- un secchio per mettere i campioni di suolo;
- dei sacchetti di plastica per la raccolta e il trasporto dei campioni;
- delle etichette sulle quali indicare la data, il luogo, la coltura, l'appezzamento e la profondità di campionamento.

#### IMPORTANTE

Quando e come prelevare il campione

Il prelievo dei campioni deve essere effettuato il più lontano possibile dall'ultima concimazione.

Per l'analisi destinata all'impostazione del piano di fertilizzazione l'ultima concimazione deve essere stata effettuata a non meno di tre mesi dal prelievo e almeno quattro dall'ultima concimazione organica. La profondità del campionamento varia in funzione della coltura e delle tecniche di lavorazione del suolo e in genere corrisponde alla profondità di aratura (tra i 20 e i 30 cm), in ogni caso mai oltre i 40 cm.



Fonte: Approvazione dei metodi ufficiali di analisi del suolo. Decreto Ministero Agricoltura e Foreste 11 maggio 1992 - Supplemento ordinario Gazzetta Ufficiale n. 121 del 25 maggio 1992.

Figura 1. Campionamento non sistematico a X (sinistra) o a W (destra)

## 6. Le analisi del terreno

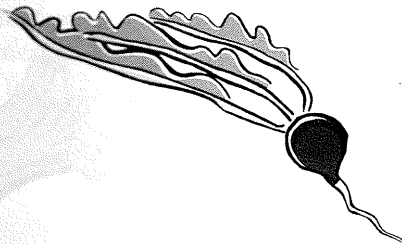
L'analisi del suolo permette di conoscere la situazione generale del terreno e conseguentemente di orientare le lavorazioni, l'irrigazione, la scelta dei portainnesti e la dotazione degli elementi nutritivi (la carenza o l'eccesso). si tratta, quindi DI uno strumento essenziale per impostare correttamente un piano di fertilizzazione.

Le analisi vengono effettuate presso dei laboratori specializzati, che provvedono in alcuni casi anche al prelievo del campione. Al fine di essere certi della qualità dei dati analitici che verranno forniti, sulla base dei quali si imposterà il piano di fertilizzazione, è essenziale affidarsi a laboratori di analisi che garantiscano di attenersi ai "Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo" approvati con D.M. 11 maggio 1992 (pubblicati sul Supplemento ordinario alla G.U. n. 121 del 25 maggio 1992 - serie generale) e alle raccomandazioni tecniche riportate nei "Metodi di analisi fisica del suolo" dell'Osservatorio Nazionale Pedologico del Ministero per le Politiche Agricole.

### 6.1 L'analisi chimico-fisica del suolo

A seconda dei parametri che si intendono determinare l'analisi può essere:

- 1 completa: comprende tutte le caratteristiche chimico-fisiche fondamentali (tessitura, reazione (pH), calcare totale e attivo, sostanza organica, salinità, C.S.C.) dotazione in macro, meso e microelementi;
- 2 semplificata: comprende la sostanza organica, macro e mesoelementi;
- 3 minima: comprende la reazione, fosforo, potassio, magnesio, calcio e azoto.





## 6.2 I parametri delle analisi del terreno

**Parametri chimico-fisici di un'analisi completa del terreno****Analisi chimico-fisica**

scheletro

sabbia

limo

argilla

tessitura

reazione - (pH)

Salinità

calcare totale ed attivo

sostanza organica

**Analisi elementi nutritivi**

AZOTO (N) totale

FOSFORO (P) assimilabile

FERRO (Fe) assimilabile

MANGANESE (Mn) assimilabile

RAME (Cu) assimilabile

ZINCO (Zn) assimilabile

COBALTO (Co) assimilabile

MOLIBDENO (Mo) assimilabile

BORO (B) solubile

CALCIO (Ca) scambiabile

MAGNESIO (Mg) scambiabile

POTASSIO (K) scambiabile

SODIO (Na) scambiabile

**Analisi capacità scambio cationico**

C.S.C.

CALCIO (Ca) scambiabile

MAGNESIO (Mg) scambiabile

POTASSIO (K) scambiabile

SODIO (Na) scambiabile

IDROGENO (H) scambiabile

saturazione basica

rapporto Mg/K

**IMPORTANTE**

Quando effettuare le analisi del terreno

L'analisi completa si effettua:

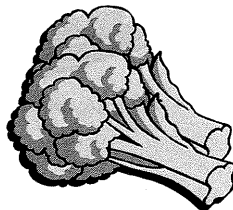
- all'impianto di colture arboree poliennali, al fine di scegliere il migliore portainnesto e di correggere eventuali carenze durante le lavorazioni preimpianto;
- su colture arboree in corso se non è stata mai eseguita;
- su colture erbacee qualora non sia mai stata eseguita;
- all'inizio di rotazioni colturali di lunga durata;
- all'impianto di colture ortive di alto pregio.

Si può ricorrere all'analisi semplificata:

- durante il ciclo colturale di arboreti, ogni quattro sei anni;
- all'inizio di rotazioni colturali di breve durata.

È infine sufficiente l'analisi minima:

- all'inizio di ogni ciclo colturale per le colture erbacee.



## Tessitura

La fase solida del suolo è formata da una componente organica ed una minerale. I componenti minerali del suolo sono suddivisi in raggruppamenti a seconda delle dimensioni e la tessitura indica la quantità percentuale di ognuno di essi.

A seconda delle dimensioni si distinguono varie frazioni di particelle (classi granulometriche). I più diffusi sistemi di classificazione della granulometria del terreno sono quello USDA (Dipartimento di Agricoltura degli Stati Uniti) e quello ISSS (Società Internazionale della Scienza del Suolo) sono riportati nella Tab. 1.

Tabella 1. Classificazione granulometrica delle particelle

SISTEMA ISSS		
Scheletro		$\varnothing > 2 \text{ mm}$
Terra fine	Sabbia grossa	$2 > \varnothing > 0.2 \text{ mm}$
	Sabbia fine	$0.2 > \varnothing > 0.02 \text{ mm}$
	Limo	$0.02 > \varnothing > 0.002 \text{ mm}$
	Argilla	$\varnothing < 0.002 \text{ mm}$
SISTEMA USDA		
Scheletro		$\varnothing > 2 \text{ mm}$
Terra fine	Sabbia grossa	$2 > \varnothing > 0.5 \text{ mm}$
	Sabbia media	$0.5 > \varnothing > 0.25 \text{ mm}$
	Sabbia fine	$0.25 > \varnothing > 0.05 \text{ mm}$
	Limo	$0.05 > \varnothing > 0.002 \text{ mm}$
	Argilla	$\varnothing < 0.002 \text{ mm}$
		$\varnothing = \text{diametro}$

Fonte: Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo con commenti ed interpretazione. Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, Ministero delle Risorse Agricole Alimentari e Forestali 1994 (modificata)

## Scheletro

È costituito da particelle di diametro superiore a 2 mm. In genere sono frammenti di roccia di grosse dimensioni, derivanti da diversi minerali. Ha una scarsa influenza sull'acidità (pH). Può influire sulla fertilità agronomica del suolo.



## Tessitura

La fase solida del suolo è formata da una componente organica ed una minerale. I componenti minerali del suolo sono suddivisi in raggruppamenti a seconda delle dimensioni e la tessitura indica la quantità percentuale di ognuno di essi.

A seconda delle dimensioni si distinguono varie frazioni di particelle (classi granulometriche). I più diffusi sistemi di classificazione della granulometria del terreno sono quello USDA (Dipartimento di Agricoltura degli Stati Uniti) e quello ISSS (Società Internazionale della Scienza del Suolo) sono riportati nella Tab. 1.

**Tabella 1.** Classificazione granulometrica delle particelle

<b>SISTEMA ISSS</b>		
Scheletro		$\varnothing > 2 \text{ mm}$
Terra fine	Sabbia grossa	$2 > \varnothing > 0.2 \text{ mm}$
	Sabbia fine	$0.2 > \varnothing > 0.02 \text{ mm}$
	Limo	$0.02 > \varnothing > 0.002 \text{ mm}$
	Argilla	$\varnothing < 0.002 \text{ mm}$
<b>SISTEMA USDA</b>		
Scheletro		$\varnothing > 2 \text{ mm}$
Terra fine	Sabbia grossa	$2 > \varnothing > 0.5 \text{ mm}$
	Sabbia media	$0.5 > \varnothing > 0.25 \text{ mm}$
	Sabbia fine	$0.25 > \varnothing > 0.05 \text{ mm}$
	Limo	$0.05 > \varnothing > 0.002 \text{ mm}$
	Argilla	$\varnothing < 0.002 \text{ mm}$
		$\varnothing = \text{diametro}$

Fonte: Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo con commenti ed interpretazione. Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, Ministero delle Risorse Agricole Alimentari e Forestali 1994 (modificata)

## Scheletro

È costituito da particelle di diametro superiore a 2 mm. In genere sono frammenti di roccia di grosse dimensioni, derivanti da diversi minerali. Ha una scarsa influenza sull'acidità (pH). Può influire sulla fertilità agronomica del suolo.



### IMPORTANTE

Lo scheletro nei suoli agrari dovrebbe essere assente in quanto non apporta nessun effetto positivo mentre comporta molti effetti negativi, in quanto:

- causa un eccessivo drenaggio dell'acqua;
- riduce la capacità di accumulo di acqua del suolo;
- ostacola le operazioni meccaniche durante le lavorazioni;
- riduce lo strato fertile del suolo.

### Terra fine



La terra fine è composta di particelle di diametro inferiore a 2 mm ed è suddivisa in tre grandi frazioni: sabbia, limo e argilla.

### Sabbia

È il costituente minerale più grossolano, in quanto è formata da particelle di grosse dimensioni. La sabbia partecipa poco alle reazioni chimico-fisiche del suolo però ha importanti effetti agronomici:

- garantisce la circolazione dell'aria (suoli ben areati);
- favorisce lo sgrondo dell'acqua in eccesso grazie alla presenza di "macropori" (suoli ben drenati);
- consente la penetrazione delle radici;
- favorisce la lavorabilità dei terreni in quasi tutti i periodi dell'anno (terreni "leggeri") e quindi l'anticipo delle semine in primavera;
- permette le coltivazioni precoci (primizie) grazie al rapido riscaldamento del suolo;
- favorisce la rapida mineralizzazione della sostanza organica.

### IMPORTANTE

Se la sabbia è in eccesso può avere effetti negativi quali:

- una scarsa ritenzione idrica (in estate sono necessarie irrigazioni frequenti e con ridotti volumi di acqua);
- il dilavamento soprattutto degli elementi nutritivi mobili, quali azoto (N), ma anche di quelli poco mobili, potassio (K), fosforo (P), magnesio (Mg);
- una scarsa disponibilità di alcuni microelementi, quali ferro (Fe), manganese (Mn), rame (Cu), zinco (Zn) e rapida mineralizzazione della sostanza organica;
- l'erosione superficiale idrica ed eolica (vento).

### Argille



Derivano dalla completa disgregazione di diversi tipi di rocce e alla loro ricombinazione. Le particelle argillose sono le più piccole, e si caratterizzano con l'essere molto reattive e il rigonfiarsi con l'acqua.

Le argille hanno molteplici effetti agronomici:

- influiscono sul pH del suolo;
- contribuiscono alla formazione e mantenimento della struttura
- trattengono molti elementi nutritivi (Ca, Mg, K, Na) evitano il dilavamento e rendendoli disponibili per le piante;
- favoriscono, se ben strutturate, la circolazione di acqua ed aria.

### IMPORTANTE

Se le argille sono in eccesso nel terreno:

- sono causa di una scarsa areazione e uno scarso drenaggio;
- rendono il terreno difficilmente lavorabile (plastico quando bagnato e duro in assenza di acqua);
- ostacolano la penetrazione delle radici.

### Limo

Di dimensioni e con caratteristiche intermedie tra sabbia ed argille.

Effetto agronomico:

- se in un giusto rapporto con gli altri componenti minerali (15÷30%) rende soffice il terreno alla penetrazione delle radici.

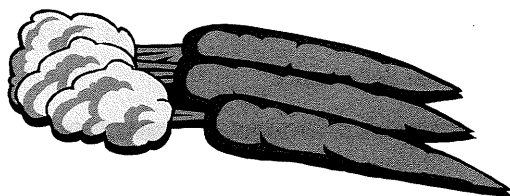
#### IMPORTANTE

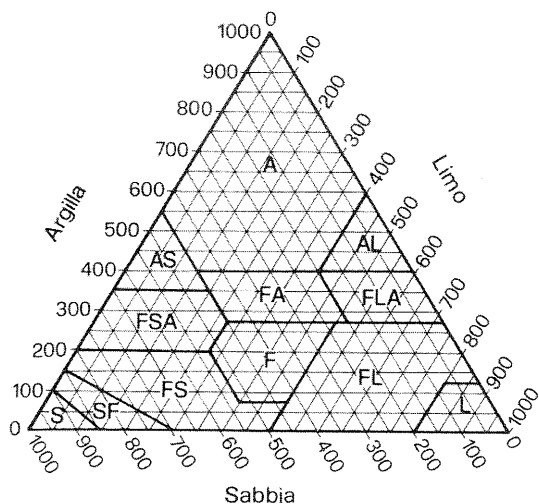
Se il limo è in eccesso può ostruire il sistema di drenaggio del suolo in quanto viene trascinato dall'acqua di pioggia o di irrigazione lungo gli spazi vuoti del profilo, ostruendo i pori ed impedendo la circolazione di acqua ed aria con le conseguenti riduzione dell'ossigenazione del suolo e della permeabilità.

### 6.3 Le classi tessiturali

Un terreno viene classificato sulla base della quantità di particelle di diversa grandezza che lo compongono (scheletro, sabbia, limo, argilla); dette quantità, che nelle analisi sono espresse come percentuale, vengono confrontate con i "triangoli della tessitura" per definire la classe granulometrica di appartenenza, ossia il "tipo" di terreno (es. sabbioso, argilloso, franco-sabbioso, franco-argilloso, ecc.). La classificazione più utilizzata, fatta dal Dipartimento di Agricoltura degli Stati Uniti (USDA) prevede 12 classi granulometriche, come si vede dal Diagramma A della figura n. 2. Esistono altri diagrammi e altre classificazioni, fra cui si ricorda quella messa a punto dalla ISSS (International Society of Soil Science) che prevede nove classi di suoli (Diagramma B).

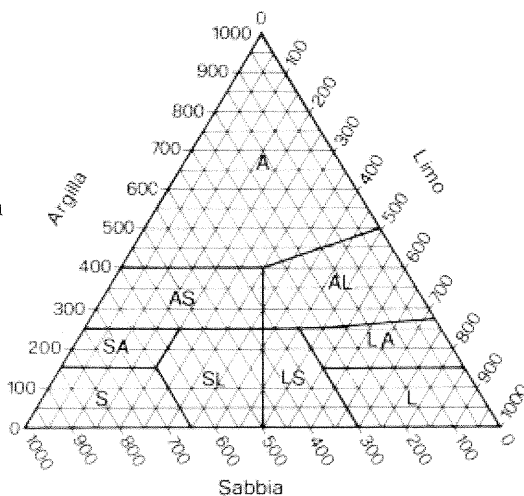
Esempio: un suolo con argilla 35%, sabbia 25% e limo 40% viene definito franco-argilloso secondo il diagramma A o argillo-limoso secondo il diagramma B (Fig. 2).





A. Classificazione dei terreni in funzione della tessitura (secondo l'USDA)

B. Classificazione dei terreni in funzione della tessitura (secondo l'IUSS)



Fonte: Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo - Franco Angeli Editore 2000.

Figura 2. Classificazione dei terreni in funzione della tessitura

### Come riconoscere un terreno

Dal punto di vista pratico le componenti del terreno hanno diverse caratteristiche. L'argilla è appiccicosa e modellabile con le dita, la sabbia è granulosa e ruvida, il limo è liscio e serico, il calcare è secco, si sbriciola ed è di colore bianco-grigiastro, la torba è l'esatto contrario, scura ed umida. Allo stesso modo anche i terreni hanno alcune caratteristiche facilmente riconoscibili.

1. **Sabbioso**: asciutto e leggero, facile da lavorare, si scalda rapidamente in primavera permettendo l'inizio delle coltivazioni prima degli altri terreni. Presenta un drenaggio accentuato che tende ad impoverire rapidamente il terreno e richiede molte aggiunte di sostanza organica.

2. **Limoso**: né granuloso né appiccicoso. Quando è bagnato si compatta divenendo freddo, pesante e con un cattivo drenaggio come l'argilla. Asciugando, può dare origine a crosta superficiale. La consistenza può essere migliorata con l'aggiunta di compost o letame ben maturi. Vi si può coltivare la stessa gamma di piante coltivabili nei terreni argillosi.

3. **Argilloso**: pesante ed appiccicoso quando è bagnato, compatto e duro quando è asciutto. Il drenaggio non è facile ed il terreno è difficile da lavorare quando è bagnato. Può tuttavia essere reso fertile e lavorabile.

Generalmente ricco di sostanze nutritive, è in grado di ospitare una vasta gamma di piante.

4. **Calcareo**: di colore chiaro ed aspetto povero, incorpora spesso pietre e ghiaia. Drenaggio accentuato che lo impoverisce di sostanze nutritive ed è caratterizzato da uno strato superficiale sottile, non adatto per piante a radice profonda. È molto alcalino e pertanto non è adatto a molti tipi di piante.

5. **Torboso**: scuro e spugnoso, ricco di sostanze organiche, richiede poche aggiunte. Tende a saturarsi di acqua e richiede un drenaggio artificiale. Si può correggere con la calce.



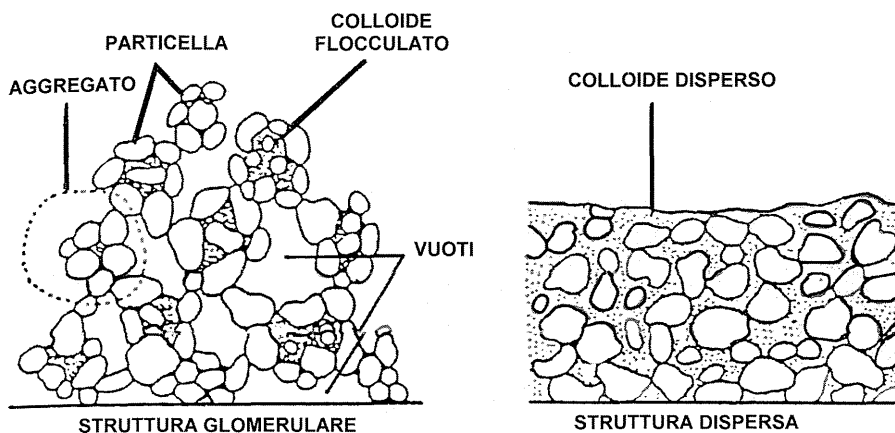
#### 6.4 La struttura del suolo

La struttura del suolo è fondamentale per la fertilità di un terreno perché influisce sul movimento e la disponibilità di aria e acqua nel suolo.

Questa è data dall'aggregazione delle particelle minerali del suolo aventi varie dimensioni, che vengono tenute insieme da cementi organici e inorganici mediante legami di natura diversa e più o meno stabili formando piccoli "ammassi" detti "glomeruli".

Gli aggregati possono avere forma diversa a seconda delle caratteristiche del suolo. La struttura migliore è quella glomerulare caratterizzata da aggregati terrosi, porosi (Fig. 3). La caratteristica più importante della struttura è la sua stabilità.





Fonte: Guida all'interpretazione dei risultati dell'analisi dei terreni e alla formulazione dei consigli di concimazione. Servizio di Sviluppo Agricolo, Assessorato Agricoltura, Regione Emilia Romagna 1988.

Figura 3. Struttura di uno stesso terreno prima e dopo la distruzione degli aggregati

### Fattori che influenzano la formazione della struttura

La struttura si forma grazie ad una serie di azioni quali: l'alternanza di gelo e disgelo, l'alternanza di umido e secco, l'attività di batteri e della microfauna, peli radicali che producono delle sostanze cementanti o avvolgono fisicamente le particelle, reazioni chimiche. Essa è influenzata, inoltre, da tutti quei fattori che agiscono sulla sostanza organica del suolo, quali le colture, le lavorazioni, il contenuto di acqua, il gelo e disgelo, la fauna terricola, il tipo di ammendanti usati, i sali solubili. Ad esempio un'azione positiva è svolta dai fosfati e dal calcio, mentre un'azione debole è svolta da cloruri, nitrati, solfati e dallo ione ammonio.

### Degradazione della struttura

I fattori che influenzano la degradazione della struttura sono gli stessi che ne favoriscono la formazione. Un'importante influenza viene esercitata inoltre dall'uomo sia effettuando le lavorazioni del terreno in periodi e con modalità errate, sia provocando il compattamento del suolo con l'uso delle macchine agricole.

### 6.5 La porosità

Indica la quota di volume di suolo occupato dagli spazi vuoti (si esprime in percentuale). La quantità e le dimensioni degli spazi vuoti hanno una notevole importanza nel suolo agrario in quanto influiscono sul rapporto con i fluidi nel terreno (aria ed acqua), sulla vita degli organismi del terreno e sulle piante (accrescimento radicale).

Questi spazi nel terreno possono essere di tipo più grande (macropori) o più piccolo (micropori): i primi favoriscono la circolazione dell'aria e il deflusso dell'acqua mentre i secondi trattengono l'acqua necessaria per le piante.

In un terreno ben strutturato la porosità ottimale è circa del 50%.

### 6.6 L'acqua nel terreno

Viene anche definita "soluzione del suolo" in quanto nell'acqua sono disciolti i sali solubili e sono contenute molte molecole organiche.

L'acqua nel terreno occupa, insieme all'aria, in proporzioni diverse a seconda delle condizioni climatiche e dalle irrigazioni, i pori del suolo, e si muove per l'azione di diverse forze; ad esempio si muove verso il basso a causa della forza di gravità (percolazione) o verso l'alto per risalita capillare. La capacità idrica massima corrisponde alla totale saturazione con H<sub>2</sub>O. di tutti gli spazi vuoti; in genere è una condizione temporanea che si verifica dopo piogge abbondanti o irrigazioni eccessive.

La capacità di campo si raggiunge nel terreno una volta che l'acqua contenuta nei macropori si allontana per gravità e percola nella falda sottostante. Il punto di appassimento corrisponde a quel contenuto di acqua al di sotto del quale le forze che la trattengono al suolo sono maggiori della "forza" occorrente alle radici per estrarla.

### 6.7 La capacità di Scambio Cationico (C.S.C.)

Indica la capacità che ha un suolo di trattenere gli elementi nutritivi (cationi) e di sottrarli al dilavamento, rendendoli disponibili per le piante. La C.S.C. dipende da vari fattori tra cui il contenuto di argilla e di sostanza organica.

---

**IMPORTANTE**

È un parametro importante perché fornisce un'indicazione sulla fertilità potenziale di un suolo. La C.S.C. cresce passando dai suoli sabbiosi, limosi, argillosi, torbosi. In genere varia tra 5 e 50 meq/100g suolo e nei suoli torbosi può arrivare anche fino a 200 meq/100g (Tab. 2)

**Tabella 2.** Capacità di scambio cationico

<b>Livello</b>	<b>meq/100g</b>
basso	< 10
medio	10 - 20
alto	> 20

Fonte: Guida all'interpretazione dei risultati dell'analisi dei terreni e alla formulazione dei consigli di concimazione. Servizio di Sviluppo Agricolo, Assessorato Agricoltura, Regione Emilia Romagna 1988

**6.8 La reazione del terreno (pH)**

Il pH è l'unità di misura della reazione del terreno, ovvero il grado di acidità o alcalinità, e varia da 1 a 14. Un suolo è definito molto acido (peracido) quando il valore del pH è compreso tra 1 e 5,3 mentre è definito acido quando il pH è compreso tra 5,4 e 5,9, e così via, aumentando il pH il terreno passa a subacido, neutro, subalcalino, ecc., come evidenziato nella Tab. 3.

**IMPORTANTE**

È importante conoscere il pH del terreno perché ha una influenza sulle piante, in quanto ogni specie vegetale ha un suo pH ottimale (Tab. 4) e una certa tolleranza al di sopra ed al di sotto della quale si manifestano difficoltà di accrescimento e/o riduzione di produzione. Il valore di pH intorno a 7 è quello che generalmente permette le maggiori disponibilità degli elementi nutritivi. Dal pH dipendono inoltre la disponibilità degli elementi nutritivi (Fig. 4), la natura della microflora del suolo (a pH tendente all'acido prevalgono i funghi a pH neutro prevalgono i batteri) e l'attività microbiologica di un terreno

**Tabella 3.** Classificazione dei terreni in funzione del valore di pH

<b>Tipo di suolo</b>	<b>pH</b>
peracido (= molto acido)	< 5,3
acido	5,4 - 5,9
subacido (= lievemente acido)	6,0 - 6,7
neutro	6,8 - 7,2
subalcalino (= lievemente alcalino)	7,3 - 8,1
alcalino	8,2 - 8,8
peralcalino (= molto alcalino)	> 8,8

Fonte: Guida all'interpretazione dei risultati dell'analisi dei terreni e alla formulazione dei consigli di concimazione. Servizio di Sviluppo Agricolo, Assessorato Agricoltura, Regione Emilia Romagna 1988

**Tabella 4.** Valutazione del pH in funzione delle colture pH ottimale per le principali colture agrarie

	<b>Coltura</b>	<b>pH</b>
<b>Ortive</b>	Anguria	5,5-6,5
	Asparago	6,5-7,0
	Carota	6,0-7,0
	Cavolo broccolo	6,5-7,0
	Cetriolo	5,5-7,0
	Cicorie-radicchio	6,0-7,0
	Finocchio	6,5-7,5
	Melanzana	5,5-7,0
	Melone	6,0-7,0
	Patata	4,8-6,5
	Peperone	5,5-7,0
	Pomodoro	6,5-7,0
	Zucchine	5,5-7,0
<b>Da frutto</b>	Actinidia	6,0-7,2
	Ciliegio	vari
	Fragola	5,5-6,5
	Nocciolo	6,8-7,5
	Olivo	6,8-7,5
	Pesco	6,8-7,5
	Vite	6,8-7,5
<b>Cereali e foraggiere</b>	Avena	5,0-7,5
	Erba medica	6,0-8,0
	Frumento	6,5-7,5
	Mais	6,5-7,5
	Orzo	6,5-8,0
	Trifoglio incar.	6,5-7,0
	<b>Industriali</b>	Barbabietola
Colza		6,5-7,5
Girasole		6,5-7,5
Sorgo		5,5-6,5
Tabacco		6,5-7,5

Fonte: Guida all'interpretazione dei risultati dell'analisi dei terreni e alla formulazione dei consigli di concimazione. Servizio di Sviluppo Agricolo, Assessorato Agricoltura, Regione Emilia Romagna 1988 (modificata)

La reazione del terreno dipende dall'equilibrio di una serie complessa di fattori. Questi tendono a mantenere costante il pH quando si cerca di modificarlo impedendo che avvengano brusche variazioni; questa particolare attività del terreno è detta "potere tampone". Bisogna tenere presente l'esistenza di tale potere tampone quando si interviene per correggere un pH troppo alto o troppo basso, e si constata che questi interventi hanno effetti immediati molto limitati e quasi nessun effetto a lungo e medio termine. Comunque è possibile correggere il pH del terreno aggiungendo calce viva,

calce idrata, carbonato di calcio in presenza di pH basso oppure gesso in presenza di pH alto.



### 6.9 Il calcare

Il contenuto di calcare del terreno è un parametro molto importante in quanto ha un effetto sulla disponibilità degli elementi nutritivi, ostacolando ad esempio l'assorbimento del ferro, del fosforo e di altri elementi; è noto che si possono verificare casi di clorosi ferrica in presenza di un elevato contenuto di calcare anche se il terreno è ben dotato in ferro. Si possono distinguere due misure del calcare:

1. **Calcare totale:** è l'insieme di tutti i carbonati del suolo (calcio, magnesio, potassio e sodio) presenti in tutte le particelle di terreno (dall'argilla allo scheletro); nelle analisi questo dato viene espresso come carbonato di calcio.

2. **Calcare attivo:** rappresenta tutti i carbonati presenti nelle particelle del suolo aventi dimensioni pari a quelle del limo e dell'argilla e, pertanto, costituisce la parte più fine e reattiva del carbonato; anche questo dato viene espresso come carbonato di calcio.

Un terreno può essere classificato in base al suo contenuto di calcare (Tab. 5) si ricorda che un terreno ben provvisto di calcare ha un pH subalcalino o alcalino compreso tra 8,2 e 8,5.

**Tabella 5.** Valutazione di un terreno in base al calcare

<b>Classificazione</b>	<b>calcare totale (g/kg)</b>
poveri	< 25
medi	25 - 100
ben dotati	100 - 150
ricchi	150 - 250
eccessivo	> 250

<b>Classificazione</b>	<b>calcare attivo (g/kg)</b>
basso	< 50
medio	50 - 150
alto	> 150

Fonte: Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo con commenti ed interpretazione. Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, Ministero delle Risorse Agricole Alimentari e Forestali 1994

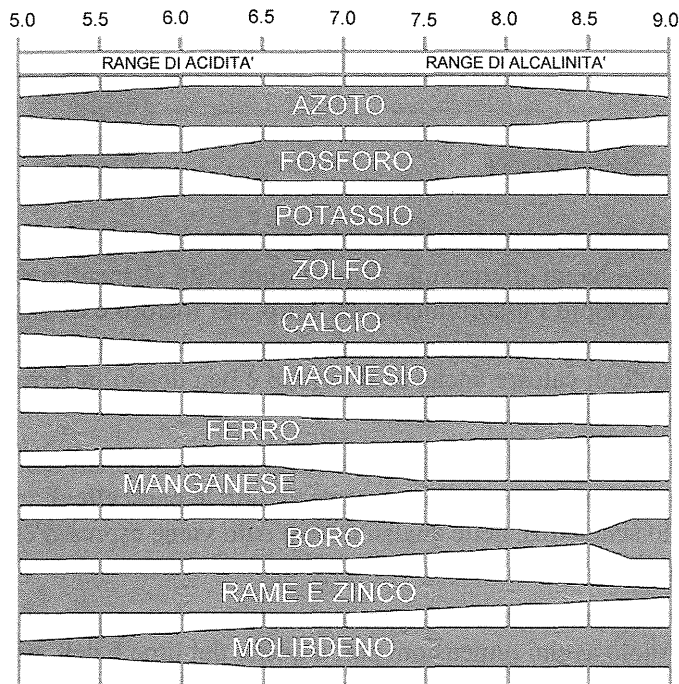


Figura 4. Influenza del pH del terreno sulla disponibilità degli elementi nutritivi in terreno (pH in acqua).

Le colture agrarie hanno una diversa sensibilità al calcare; nella Tab. 6 sono riportati i valori del "limite superiore di normalità" per alcune colture erbacee ed arboree. Tale limite per il calcare deve essere considerato come quel valore di calcare attivo del terreno al di sopra del quale non è possibile ottenere una produzione ottimale delle colture.

#### 6.10 La salinità

Questo parametro indica la concentrazione di sali nella soluzione del suolo. La salinità viene determinata mediante la misurazione delle cariche elettriche, come conducibilità elettrica (mS/cm). La salinità è influenzata dalle caratteristiche di permeabilità e porosità del suolo e da altri fattori esterni quali il clima, l'azione dell'uomo, le acque di irrigazione e la concimazione. Le colture agrarie hanno una diversa sensibilità alla salinità del terreno per cui mentre alcune possono tollerare livelli anche alti di concentrazione di sali, altre, ad esempio le drupacee, manifestano sofferenza già a livelli più bassi (Tab. 7).

Tabella 6. Limite superiore di normalità del calcare attivo per alcune colture

Coltura	Limite superiore di normalità Ca CO <sub>3</sub> (%)
Frumento	< 10.0
Barbabietola	< 10.0
Mais	< 10.0
Erba Medica	< 10.0
Pomodoro	< 10.0
Actinidia su	franco 4.0
	talea 4.0
	altri 4.0
Ciliegio su	franco 7.0
	colt 7.0
	cab 6 P 7.0
	cab 11E 7.0
	mazzard F 12/1 7.0
	mahleb S. Luc. 10.0
	altri 7.0
Noce su	J. Regia 7.0
	J. Nigra 7.0
	altri 7.0
Olivo su	franco 20.0
	talea autoradicata 20.0
	altri 20.0
Pesco su	franco GF 305 5.0
	franco 5.0
	nemaguardi 5.0
	ibrido GF 677 12.0
	ibrido GF 557 6.0
	susino GF 43 5.0
	damasco 1869 10.0
	San Giuliano 655 10.0
	San Giuliano ib. n. 2 10.0
	brompton 5.0
	ibrido 2168 5.0
	ibrido 536 5.0
	altri 5.0
Vite su	420 A 20.0
	kober 5 BB 20.0
	140 Ruggeri 40.0
	SO 4 20.0
	golia 15.0
	cosmo 15.0
	altri 15.0

Fonte: Guida all'interpretazione dei risultati dell'analisi dei terreni e alla formulazione dei consigli di concimazione. Servizio di Sviluppo Agricolo, Assessorato Agricoltura, Regione Emilia Romagna 1988 (modificata)

Tabella 7. Tolleranza di alcune colture alla salinità

Vegetali	Salinità mS/cm	Colture
Tolleranti	12 - 8	bietola, orzo, rapa
	12 - 6	gramigna, festuca, ginestrino
Moderatamente tolleranti	8 - 5	asparago, spinacio
	8 - 4	avena, frumento, mais, girasole, riso, soia, sorgo
	6 - 3	fico, loietto, grano, medica, olivo, vite, melo
	5 - 3	patata, broccolo, carota, cavolfiore, cavolo, melone, cipolla, pisello, pomodoro
	3 - 2	fagiolo, trifogli
Sensibili	3 - 1,5	albicocca, fragola, pesco

Fonte: Sequi P. (Coordinatore), Chimica del Suolo, Patron Editore, Bologna 1989 (modificata)

### Principali danni da salinità

Un livello di salinità del terreno troppo alto per la coltura può provocare una diminuzione delle quantità prodotte che, in alcuni casi, può arrivare a dimezzare le rese. Il motivo del danno sta nel fatto che la concentrazione eccessiva di sali nella soluzione del suolo impedisce alle piante di assorbire acqua e nutrienti, e provoca squilibri nutritivi per antagonismo tra gli ioni; sono frequenti rischi di tossicità per i vegetali dovuti soprattutto a sodio e cloro.

#### IMPORTANTE

Un suolo può essere classificato in base alla dotazione di sostanza organica (Tab. 8). Si tenga presente che il contenuto medio dei suoli italiani è dell'1.5% e che, quindi, per le nostre realtà è molto importante adottare tutte le pratiche disponibili per incrementare il contenuto di sostanza organica o, almeno, per reintegrare le quantità che vengono perse a causa della mineralizzazione; l'impoverimento di sostanza organica è un pericoloso campanello d'allarme che indica l'avvio del processo di desertificazione.



## 6.11 La sostanza organica (S.O.)

La sostanza organica è uno dei componenti più importanti del suolo e influenza tutte le sue proprietà; arriva al suolo attraverso le spoglie e le deiezioni animali, le spoglie e i prodotti extracellulari dei microrganismi, i residui colturali e delle radici ed è composta, quindi, dalla biomassa vivente e da quella morta presenti nel suolo; quest'ultima, a sua volta, include residui in decomposizione o già totalmente decomposti, sia umificati che non. Il processo di umificazione consiste in una serie di complesse e lente trasformazioni chimiche e biologiche della sostanza organica, al termine delle quali si ottiene l'humus. Le perdite di S.O. avvengono soprattutto per mineralizzazione dei composti che la costituiscono; la mineralizzazione è un processo controllato dai microrganismi del terreno e dipende da numerosi fattori sia naturali che dipendenti dall'uomo. Tra i fattori naturali devono essere ricordati quelli pedologici, cioè legati alla natura ed alle caratteristiche del terreno, e quelli climatici, in particolare l'umidità e la temperatura. La tessitura del suolo leggera, temperature medio alte e la disponibilità d'acqua favoriscono sempre la mineralizzazione, alla quale, come è ben evidente, i suoli mediterranei sono esposti più di altri. Tra i fattori dipendenti dall'uomo devono essere considerate, ad esempio, alcune operazioni colturali, quali le lavorazioni frequenti e profonde o l'irrigazione.

**1. Proprietà fisiche:** la sostanza organica avvolge le particelle e i grumi del suolo, al quale conferisce colore scuro, aumenta l'aggregazione delle particelle minerali, agisce sulla stabilità della struttura, aumenta la capacità di ritenzione idrica, migliora la lavorabilità di un terreno, migliora i rapporti acqua-aria-terreno.

**2. Proprietà chimiche:** Fornisce elementi nutritivi alle piante (azoto, fosforo e zolfo) tramite la mineralizzazione (la sostanza organica contiene circa il 5% di azoto), aumenta la Capacità di Scambio Cationica e il potere tampone del terreno, influenzando direttamente ed indirettamente la disponibilità di alcuni elementi.

**3. Proprietà biologiche:** la sostanza organica è fonte di energia per la maggior parte degli organismi che vivono nel terreno, produce anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ), produce sostanze, la cui composizione chimica non è chiaramente definita, che hanno una funzione fisiologica importante in quanto stimolano l'assorbimento radicale, la sintesi di proteine e altri importanti processi dei vegetali.

---

**Tabella 8.** Tenore in sostanza organica nel suolo

Classificazione	%
molto povero	<1.0
scarsamente dotato	1.0 - 1.5
mediamente fornito	1.5 - 2.0
sufficientemente fornito	2.0 - 2.5
ben fornito	2.5 - 3.0
ricco	>3.0

Fonte: Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo con commenti ed interpretazione. Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, Ministero delle Risorse Agricole Alimentari e Forestali 1994

### IMPORTANTE

La dotazione in meso e microelementi nel suolo varia molto lentamente e solo in seguito a consistenti interventi agronomici mentre la dotazione di macroelementi varia molto più velocemente.

## 6.12 Gli elementi nutritivi

I principali elementi nutritivi necessari per la crescita e la produzione delle piante sono 14 e si suddividono in 3 gruppi a seconda delle quantità utilizzate dalla pianta:

1. elementi principali (macroelementi), azoto, fosforo e potassio, sono contenuti nel terreno in quantità diverse tra di loro e le forme assimilabili sono sempre molto basse anche se vengono richiesti dalle piante in quantità piuttosto rilevante per il proprio metabolismo.

2. elementi secondari (mesoelementi), magnesio, calcio, zolfo e sodio si trovano nel terreno in genere in quantità più elevate rispetto a quanto richiesto dalle piante.

3. microelementi, ferro, manganese, zinco, rame, molibdeno, cobalto, boro sono in genere richiesti dalle piante in quantità molto ridotte spesso a livelli di tracce, ma una loro carenza può creare gravi problemi.

### Elementi principali (macroelementi)

#### Azoto (N)

##### *Nella pianta*

L'azoto è il più importante elemento per la nutrizione delle piante nelle quali costituisce il 16 % delle sostanze proteiche e, pertanto, risulta essere anche il principale fattore limitante delle rese produttive. L'azoto ha sulla pianta vari effetti positivi in quanto:

- favorisce l'emissione di radici, germogli e foglie;
- favorisce la formazione delle infiorescenze;
- aumenta l'attività assimilatrice delle foglie;
- favorisce la fecondazione e riduce l'aborto degli ovuli.



Per contro, l'azoto in eccesso può avere molti effetti negativi tra cui:

- una ridotta lignificazione degli organi di sostegno;
- una maggiore incidenza delle malattie fogliari per eccessivo rigoglio vegetativo, fittezza della vegetazione e ambiente umido;
- maggiori esigenze idriche.

Alcune specie coltivate possono accumulare nei loro tessuti azoto in forma nitrica. L'assunzione diretta di questa particolare forma dell'azoto comporta rischi per la salute umana e, pertanto, bisogna rivolgere particolare attenzione ai vegetali che accumulano i nitrati nella parte usata nell'alimentazione (spinacio, insalate, ecc.). È noto che tale accumulo dipende dalle quantità di azoto apportato con le concimazioni, dalla temperatura e dalla luminosità dell'ambiente di coltivazione.

Particolare attenzione deve essere, quindi, posta nei casi in cui questi tre fattori agiscono in maniera concomitante come, ad esempio, nel caso di colture forzate, coltivate in serra e nelle stagioni meno calde. Il Regolamento CE n. 194/97, a tal proposito, stabilisce i tenori massimi per alcuni contaminanti presenti nei prodotti alimentari con particolare attenzione ai nitrati contenuti negli spinaci e nelle lattughe, le cui concentrazioni ammissibili variano in base alla stagione di produzione tranne per il prodotto destinato alla congelazione o surgelazione, che mantiene lo stesso tenore per tutto l'anno. Ricerche ed indagini hanno dimostrato che le concentrazioni di nitrati nei prodotti orticoli italiani sono, in genere, entro i limiti ammessi dall'Unione Europea.

Il rischio nitrati nella dieta da ortaggi è comunque controllabile, rispettando i criteri che consentono ai prodotti di conservare la loro freschezza, se vengono consumati crudi, ed attraverso un corretto processo industriale per il consumo dopo trasformazione.

#### *Nel terreno*

L'azoto nel suolo deriva in piccola parte dall'alterazione delle rocce e dalle deposizioni aeree mentre la quantità maggiore viene dalla decomposizione dei residui organici animali e vegetali. Nel suolo è presente sia in forma organica che minerale: l'azoto organico (circa il 95% del totale) è contenuto nella sostanza organica e diventa disponibile per le piante in seguito a processi di mineralizzazione; l'azoto inorganico è legato alle componenti minerali del suolo o è presente nella soluzione del terreno. Le forme di azoto del suolo disponibili per le piante sono quella nitrica, più mobile e disciolta nella soluzione del terreno, e quella ammoniacale, trattenuta dal complesso di scambio del suolo e quindi meno mobile.

Esiste inoltre una quantità di azoto che arriva al terreno con le piogge che si stima come pari a  $5\div 15$  kg/ha anno.

Nell'analisi del terreno viene riportato l'azoto totale nella parte dedicata all'analisi dei nutrienti.

#### *Nell'ambiente*

Oltre ad essere il più importante degli elementi nutritivi, l'azoto è anche tra gli elementi potenzialmente dannosi per l'ambiente. Infatti, nelle sue forme inorganiche l'azoto può allontanarsi dal terreno verso comparti ambientali non propri: i nitrati possono raggiungere le acque superficiali e le falde, mentre l'ammoniaca e gli ossidi di azoto possono disperdersi nell'atmosfera. Tutto questo accade però quando le pratiche agricole non sono condotte razionalmente. Deve essere precisato che al fine di indirizzare le produzioni agricole verso un modello ambientalmente sostenibile (che consenta cioè la forte riduzione dei rischi ambientali, assicuri la salute dei consumatori e garantisca il reddito degli agricoltori) sono stati attivati diversi strumenti normativi a livello europeo, nazionale e locale. Tra questi basti citare il Regolamento CEE n. 2078/92 che, tra le altre, prevede una misura per favorire la riduzione dell'impiego dei mezzi tecnici (fertilizzanti compresi) e la Direttiva CEE n. 676/91 per la protezione delle acque dai nitrati, in applicazione della quale è stato formulato il Codice di Buona Pratica Agricola.

### **Fosforo (P)**

#### *Nella pianta*

Il fosforo nelle piante è molto importante perché costituisce la materia prima per la formazione di numerosi composti essenziali per lo sviluppo in tutte le fasi, quali gli enzimi che regolano i meccanismi di sviluppo e accrescimento e gli accumulatori di energia del mondo vegetale che favoriscono lo svolgimento del metabolismo. La manifestazione più evidente della carenza di fosforo nelle piante è il nanismo, oltre naturalmente alla clorosi fogliare. Nelle piante il fosforo è in forma sia minerale che organica; il fosforo libero è maggiore nelle foglie, ove avviene la sintesi clorofilliana, mentre il fosforo organico è presente soprattutto nei semi.

#### *Nel terreno*

Il fosforo nel terreno deriva dall'alterazione delle rocce e in parte dagli apporti di materia organica. Il fosforo che nel breve e medio termine può essere disponibile per le piante è quello disciolto nella soluzione del terreno, legato ai minerali argillosi e legato alla sostanza organica. La forma più importante di fosforo nel suolo è comunque quella organica che si rende disponibile per le piante più velocemente della forma minerale. In un terreno a

coltura estensiva si stima che viene perso annualmente circa lo 0,5% di fosforo. Nelle analisi può essere indicato il fosforo totale che comprende tutte le forme presenti nel suolo, il fosforo organico che dà un'indicazione sulla disponibilità a medio termine dell'elemento e, più comunemente, il fosforo assimilabile che è quella porzione prontamente disponibile per le piante (Tab. 9).

Tabella 9. Valori di normalità per il fosforo assimilabile (metodo Olsen)

terreno	fosforo assimilabile (mg/kg)				
	frumento	medica	bietola	mais	Arboree
Sabbioso	8 - 11	15 - 18	10 - 13	5 - 9	7 - 11
Medio impasto	10 - 17	18 - 22	13 - 17	8 - 11	9 - 17
Argilloso	13 - 21	20 - 24	15 - 20	10 - 13	11 - 21

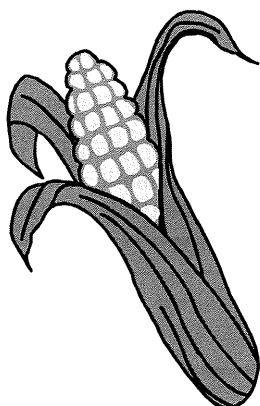
Fonte: Guida all'interpretazione dei risultati dell'analisi dei terreni e alla formulazione dei consigli di concimazione. Servizio di Sviluppo Agricolo, Assessorato Agricoltura, Regione Emilia Romagna 1988 (modificata)

È importante conoscere, dal punto di vista pratico, più che la quantità totale di fosforo, la dotazione di fosforo assimilabile; va detto, però, che una parte di questo fosforo disponibile può facilmente trasformarsi in forme insolubili e non essere più utilizzabile dalle piante.

Il fosforo nel terreno può essere in competizione o in sinergia con altri elementi nutritivi per l'utilizzazione da parte delle piante. Ad esempio il suo assorbimento è favorito dalla presenza del magnesio e sfavorito da quella del ferro.

## Potassio (K)

### *Nella pianta*



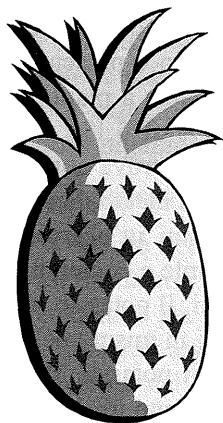
Il potassio È indispensabile per alcuni processi e funzioni fisiologiche quali il metabolismo dei carboidrati, il bilancio idrico della pianta, lo sviluppo degli apici vegetativi. Nei vegetali il potassio è presente in quantità molto variabili da pianta a pianta e da organo a organo (dallo 0.3% al 5.1% sulla sostanza secca) e solitamente si trova come ione libero nelle parti della pianta metabolicamente più attive (cellule dei tessuti in accrescimento). In quantità meno rilevante è contenuto nei semi e nei tessuti più vecchi. Il potassio si ritrova nelle ceneri dei vegetali in misura del 25-50%. La pianta concimata con potassio aumenta di vigore, i tessuti ne risultano irrobustiti si osserva

una modificazione della linfa con aumento della resistenza della pianta ai geli tardivi. Le concimazioni potassiche sono essenziali nelle regioni fredde. In assenza di potassio la pianta interrompe il ciclo di sviluppo e non giunge a maturità. La indispensabilità del potassio è legata ai processi di traspirazione della pianta. La sua presenza nelle cellule degli stomi (aperture sulla pagina inferiore delle foglie) riduce la traspirazione e aumenta il turgore delle foglie. In caso di carenza di potassio la traspirazione è elevata e la pianta è più soggetta all'appassimento. In piante in cui si verifica traslocazione di metaboliti negli organi di riserva della pianta (patata, barbabietola) il potassio è indispensabile.

#### *Nel terreno*

I principali apporti di potassio si realizzano soprattutto attraverso le concimazioni e i residui colturali, mentre le perdite sono soprattutto dovute all'assorbimento vegetale (le piante ne assumono più di quanto ne hanno bisogno), al dilavamento delle forme in soluzione e all'erosione. Il potassio è presente nel terreno in varie forme: una forma insolubile in quanto componente dei minerali del terreno, una forma adsorbita sui colloidi del suolo e in continuo scambio con la soluzione del suolo e una forma solubile nella fase liquida. Il potassio scambiabile e il potassio solubile sono l'1-2% del totale e costituiscono la quota globale di potassio a disposizione delle piante (Tab. 10).

Grande importanza hanno le interazioni fra il potassio e gli altri elementi nutritivi (calcio, magnesio, sodio, ione ammonio, ecc.), tanto che i valori delle analisi vanno correlati sia alla tessitura che alle dotazioni di magnesio scambiabile: in linea di massima un rapporto magnesio/potassio compreso tra 2 e 5 garantisce buone condizioni nutritive.



**Tabella 10.** Valori di normalità per il potassio disponibile validi per la generalità delle colture

Terreno	mg/kg
Sabbioso	85 - 120
Medio impasto	100 - 150
Argilloso	120 - 180

Fonte: Guida all'interpretazione dei risultati dell'analisi dei terreni e alla formulazione dei consigli di concimazione. Servizio di Sviluppo Agricolo, Assessorato Agricoltura, Regione Emilia Romagna 1988 (modificata)

## Elementi secondari (mesoelementi)

### **Magnesio (Mg)**

#### *Nella pianta*

Nella pianta è il costituente fondamentale della clorofilla e l'attivatore di molti processi enzimatici, in particolare di quelli indispensabili per la costruzione dei composti contenenti energia.

#### *Nel terreno*

Il contenuto di magnesio nel suolo varia tra 0.05 e 0.5% in peso e decresce progressivamente in seguito all'intensificazione colturale e all'assenza di questo elemento nei comuni fertilizzanti. La quantità di magnesio a parità di altre condizioni è maggiore nei suoli argillosi rispetto a quelli sabbiosi. I principali apporti sono dovuti alle concimazioni inorganiche ed organiche (nel letame è presente allo 0.4-0.5% sulla sostanza secca) mentre le perdite comprendono l'assorbimento da parte delle piante, la lisciviazione e l'erosione.

### **Calcio (Ca)**

#### *Nella pianta*

Il calcio è presente nelle piante sia in forma solubile che insolubile. Nel corso dell'evoluzione le specie vegetali si sono adattate a diverse concentrazioni di calcio nel suolo e per questo è possibile dividere le specie in calcicole (che vivono in presenza di alte concentrazioni di calcio) e calcifughe (che rifuggono terreni ricchi di calcio). La più importante funzione è quella di neutralizzare gli acidi organici che vengono poi concentrati nei vacuoli delle piante e quindi eliminati in autunno con la caduta delle foglie. Nella traspirazione delle piante ha un effetto opposto a quello del potassio in quanto la sua presenza favorisce la traspirazione e rallenta l'assorbimento dell'acqua. Lo ione calcio è un elemento importante per la crescita degli apici di radici e foglie, per la formazione del polline, per la resistenza meccanica dei tessuti vegetali e come attivatore di molti enzimi.

#### *Nel terreno*

Nei suoli agrari si trova sotto forma di carbonati, solfati e silicati e la concentrazione varia tra 0.1-1.5%; tali valori aumentano nei suoli anormali (calcarei e gessosi). Il calcio è soggetto a forte dilavamento, si accumula negli orizzonti profondi per l'azione solubilizzante e idrolizzante delle acque ricche di carbonato di calcio (carbonate). Gli ioni calcio vengono trattenuti dal complesso di scambio dove rappresentano il 60-80% dei cationi scambiabili ad eccezione dei suoli molto acidi (prevalenza di ioni idrogeno e

alluminio) e molto alcalini (prevalenza di ioni sodio e potassio). I principali apporti sono dovuti ai residui colturali, alle calcitazioni e all'irrigazione con acque dure (ricche appunto di calcio), mentre le perdite sono dovute all'assorbimento da parte delle colture, e al dilavamento nel caso di suoli ricchi di calcio, con bassa Capacità di Scambio Cationica e tessitura grossolana.

Nei terreni non acidi la dotazione di calcio è sempre sufficiente alle esigenze delle piante, mentre nei terreni acidi la disponibilità di calcio diminuisce al crescere dell'acidità e spesso alla carenza di calcio si associa una carenza di magnesio.

### **Zolfo (S)**

#### *Nella pianta*

È un elemento indispensabile alla vita delle piante in quanto è un costituente di molti amminoacidi, proteine e vitamine; entra a far parte di alcuni composti chimici particolarmente complessi (aromatici) ed è richiesto dalle colture oleaginose, medicinali e officinali. Nei cereali la somministrazione di zolfo determina un incremento della granella a scapito della paglia.

#### *Nel terreno*

Il contenuto medio dei composti minerali dello zolfo nei terreni varia dallo 0.02 allo 0.05% ma nelle regioni aride può arrivare anche all'1%. L'origine dello zolfo nel terreno è legata principalmente alle rocce madri, alle eruzioni vulcaniche e alle precipitazioni atmosferiche. Il 90-95% dello zolfo totale presente negli orizzonti superficiali del terreno è costituito da zolfo organico, principalmente sotto forma di proteine provenienti dalla decomposizione dei resti vegetali e animali.

Indicativamente lo zolfo assimilabile è circa 30 mg/kg nel suolo. Fenomeni di carenza si manifestano con valori inferiori a 10-12 mg/kg. Importante è il rapporto tra zolfo e fosforo nel suolo, che in condizioni normali è circa uguale a 1. Le carenze di zolfo portano ad una minore presenza di clorofilla nei tessuti verdi e i sintomi si manifestano procedendo dall'alto verso il basso della pianta. I principali apporti sono da parte dell'atmosfera, come deposizioni secche e umide e nelle zone industriali come effetto dell'inquinamento. In alcuni casi, quantità significative dell'elemento possono essere apportate dai fitofarmaci. Le perdite sono dovute alle asportazioni da parte delle piante (in particolare le crucifere), alla lisciviazione (il solfato viene scarsamente trattenuto dal suolo) e all'erosione.



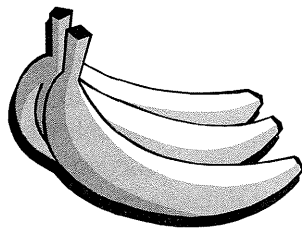
## Sodio (Na)

Dalla normativa italiana sui fertilizzanti, che recepisce la relativa direttiva europea, il sodio è considerato un elemento nutritivo. In realtà per la natura dei nostri suoli, molto diversa da quella di molti suoli europei, specialmente delle aree del Nord, il sodio deve essere considerato un elemento di disturbo, più che un elemento nutritivo per le colture (vedere paragrafo 6.10 sulla salinità).

## Microelementi

Come è ben noto, la definizione di microelementi è legata al fatto che questi sono asportati dalle colture in quantità molto contenute se confrontate con le asportazioni di azoto, fosforo e potassio. Le necessità di microelementi per le colture si esprimono come grammi o al massimo kg per ha. Sono indispensabili principalmente per le colture frutticole e floricole ma anche per cereali e colture industriali, e sono utili per migliorare le caratteristiche qualitative delle produzioni. Tuttavia, la loro assenza o scarsa disponibilità è limitante, per la produzione delle coltivazioni, così come per altri elementi della fertilità. In generale, nei nostri suoli si osservano raramente delle situazioni di carenze di microelementi; quando si verificano, queste non sono quasi mai dovute ad una reale mancanza dell'elemento, ma piuttosto a fenomeni di insolubilizzazione che provocano la riduzione della quota assimilabile.

Pertanto, il controllo della disponibilità dei microelementi deve essere realizzato analizzando sempre la frazione assimilabile, impiegando il criterio del confronto tra le dotazioni del terreno e il livello ritenuto normale per le colture.



Una eventuale carenza, più che in termini di un apporto (concimazione) deve essere risolta in termini di gestione globale del terreno, intervenendo con l'obiettivo di ridurre l'intensità dei processi che provocano l'insolubilizzazione dei microelementi. In questo ambito svolgono un ruolo chiave le lavorazioni, le correzioni del pH e gli apporti di sostanza organica.

Il ricorso alle concimazioni con microelementi deve avvenire solo in casi di estrema necessità come, ad esempio quando la coltura sta subendo uno stress da carenza, anche perché sovente gli interventi di concimazione con microelementi possono essere molto costosi.

### **Ferro (Fe)**

#### *Nella pianta*

È un elemento richiesto dalle piante in piccolissime quantità e per questo è annoverato tra i microelementi, anche se alcuni vegetali come gli spinaci, la lattuga, il riso, e molti fruttiferi, ne richiedono quantità considerevoli per il loro accrescimento e produzione. Ha numerose funzioni fisiologiche tra le quali la sintesi della clorofilla, la sintesi delle proteine, la respirazione cellulare e le attività enzimatiche. Il contenuto medio di ferro nei vegetali è pari allo 0.1-0.6% sul peso secco. I sintomi di carenza di ferro sono la mancata sintesi della clorofilla e il conseguente ingiallimento tipico (clorosi), che si manifesta procedendo dall'alto verso il basso della pianta. Le colture sensibili a carenza di ferro sono: vite, pesco, pero, melo, agrumi, lattuga, tabacco, lupino, molte floricole. Le colture avidi di ferro sono: avena, riso, spinacio.

#### *Nel terreno*

Il ferro nel suolo deriva principalmente dalle rocce ed è presente in quantità abbondanti, anche se solo una piccola parte è disponibile per l'assorbimento da parte delle colture. Il ferro è presente in forma più assimilabile per le piante nei suoli sommersi, in assenza di aria e nei suoli acidi mentre in ambienti alcalini precipita a formare composti insolubili e il calcare attivo è una delle maggiori cause della clorosi ferrica in quanto causa, appunto, la precipitazione del ferro con formazione di composti insolubili. In presenza di alte concentrazioni di ferro si riduce la quantità di fosforo assimilabile da parte delle piante. In ambienti acidi, poveri di sostanza organica e calcare, il ferro svolge funzione cementante delle particelle. Il ferro nel terreno è anche legato alla sostanza organica che ne favorisce l'assorbimento da parte della pianta. In riferimento ad uno dei più diffusi metodi per la determinazione del ferro assimilabile del terreno (EDTA), la soglia di sufficienza può essere individuata in 150-160 mg/kg.

### **Manganese (Mn)**

#### *Nella pianta*

Nella pianta il manganese è indispensabile per alcuni processi metabolici dei vegetali quali la fotosintesi e la sintesi degli amminoacidi.

---

### *Nel terreno*

Nel terreno il manganese è presente in alcune rocce e in composti minerali difficilmente alterabili, e per questo la quantità assimilabile è molto bassa anche se la presenza di sostanza organica nel suolo garantisce una certa disponibilità dell'elemento che si lega ad essa. Il manganese nel suolo è in competizione con il ferro e nei terreni ricchi di ferro si può verificare una carenza di manganese disponibile. Nel terreno si trova in concentrazioni di 0.2-2 ppm (ppm indica parti per milione ovvero sia i milligrammi di elemento per ogni kg di terreno = mg/kg). L'assorbimento da parte delle piante è legato al pH e la disponibilità aumenta a pH acidi. Le colture sensibili a carenze di manganese sono: avena, orzo, mais, pisello.

### **Zinco (Zn)**

È un costituente di vari enzimi e svolge funzioni nella permeabilità cellulare e nella sintesi delle auxine (tra gli ormoni più importanti nella crescita delle piante). Il contenuto medio nei suoli agrari varia tra 10 e 300 ppm e la forma disponibile è circa l'1% del totale mentre il contenuto nel terreno adeguato per la crescita delle piante è circa 50 ppm. Le alte concentrazioni nel suolo causano fenomeni di tossicità per le piante. Sono sensibili a carenze di zinco: pomacee, drupacee, vite, agrumi.

### **Rame (Cu)**

Il rame è un elemento particolarmente importante per lo sviluppo della pianta in quanto partecipa ai processi della sintesi proteica e della respirazione. Il rame viene assorbito dalle piante sotto forma di ione rame o di chelato (forma più complessa) nella modesta quantità di 5-20 ppm. Un pH alto diminuisce la disponibilità di rame con effetti negativi sulle piante più sensibili alla carenza come avena, orzo, bietola, cavolo, trifoglio rosso, susino, pero, olivo, agrumi; per contro alte concentrazioni di rame nel suolo causano fenomeni di tossicità per le piante.

### **Boro (B)**

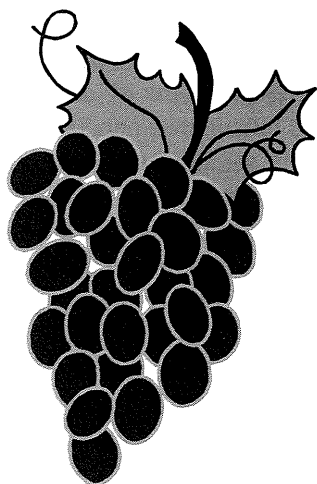
Il boro ha un importante ruolo nella sintesi, trasporto ed accumulo degli zuccheri. Interviene nel processo riproduttivo (in particolare nella fase di germinazione del polline e sviluppo del tubo pollinico) e nell'attività di crescita di apici e germogli. Inoltre, favorisce l'azotofissazione nelle leguminose. La dotazione sufficiente di boro assimilabile del terreno per la nutrizione della maggior parte delle colture è di 0.8 - 1.2 mg/kg, mentre il contenuto ottimale nei vegetali varia da 25 - 100 mg/kg. La barbabietola, la carota, la medica, il melo, l'olivo e la vite sono tra le colture più sensibili alla carenza di boro.

### **Molibdeno (Mo)**

Nella pianta il molibdeno è parte integrante di alcuni sistemi enzimatici catalizzanti reazioni di ossido-riduzione, i più importanti dei quali sono la nitrato riduttasi e la nitrogenasi, enzima, quest'ultimo, che presiede alla fissazione dell'azoto atmosferico. In caso di carenza si è osservato un alterato metabolismo dell'acido ascorbico e del fosforo. All'interno della pianta il molibdeno è mediamente mobile, ed il fabbisogno per le colture è compreso tra 5 e 30 g/ha/anno. La soglia di sufficienza del molibdeno assimilabile è di 0.2 ppm al di sotto della quale si dovrebbero cominciare a manifestare carenze. La concentrazione ottimale nei vegetali è di 0.7 ppm, insufficiente se inferiore a 0.1 ppm, e tossica se superiore a 10 ppm.

### **Cobalto (Co)**

Non è ben chiaro il ruolo del cobalto nella nutrizione delle piante superiori, anche se ci sono degli studi che ne evidenziano l'importanza nella crescita; è componente di un precursore della vitamina B12 negli animali ruminanti e nelle leguminose favorisce l'azotofissazione. Un contenuto di 5 ppm nel suolo è da considerarsi ideale per la crescita delle piante, con delle soglie di tossicità molto diverse tra loro in base alle diverse colture; ad esempio per l'orzo le concentrazioni nei vegetali di 6 ppm si sono dimostrate tossiche, mentre per il fagiolo il limite è stato di 140 ppm. Un'ulteriore dimostrazione della differente capacità delle piante di assorbire il cobalto, si ha nelle leguminose, le quali tendono ad accumularne di più rispetto alle graminacee.



## **7. La realizzazione del piano di fertilizzazione**

Le informazioni raccolte nella scheda aziendale ed i risultati delle analisi chimico-fisiche del suolo vengono quindi utilizzati per formulare il piano di fertilizzazione.

### **7.1 Il bilancio della sostanza organica**

La sostanza organica del terreno è alla base della fertilità del suolo ed è quindi importante che le pratiche agricole tendano a incrementarne il contenuto del suolo o quanto meno a mantenerne il livello. Tutti i materiali organici che arrivano nel suolo tendono nel tempo a trasformarsi in humus ma con una diversa efficienza a seconda della loro composizione: più sono ricchi di fibre resistenti e poveri di acqua più lentamente saranno attaccati dai microrganismi del suolo e con più facilità porteranno all'humus. Per ogni composto vegetale è quindi possibile prevedere la sua capacità di trasformarsi in humus. L'humus, cioè la sostanza organica stabilizzata, contiene circa il 5% di azoto e lo 0.5% di fosforo che vengono liberati durante la mineralizzazione della sostanza organica diventando disponibili per le piante e dei quali si dovrà tenere conto nel bilancio dei nutrienti. L'humus, una volta che si è formato, costituisce una riserva stabile ma comunque soggetta a degradarsi più o meno velocemente a seconda delle sollecitazioni a cui viene sottoposto il suolo. Ad esempio in un terreno indisturbato la degradazione dell'humus sarà molto più lenta che in un suolo intensamente lavorato, in quanto smuovendo il terreno si aumenta il contatto con l'aria e si accelerano i processi di ossidazione della sostanza organica. È importante conoscere quali sono le perdite di humus dal suolo, dovute soprattutto alla mineralizzazione, per poter effettuare interventi di reintegrazione o di arricchimento. È possibile calcolare le perdite di humus con l'impiego di particolari indici che tengono conto delle caratteristiche del suolo delle pratiche colturali e del clima; questo calcolo si effettua sull'intera rotazione e non su ogni singola coltura con l'utilizzo di un coefficiente. Il bilancio dell'humus nel suolo sarà dato quindi dagli apporti meno le perdite. Una volta effettuato il bilancio si vedrà se le pratiche agricole adottate tendono a impoverire a mantenere o arricchire il suolo di humus e, di conseguenza, si calcoleranno le eventuali quote di reintegrazione necessarie per mantenere l'attuale livello di humus nel terreno o per arricchirlo.

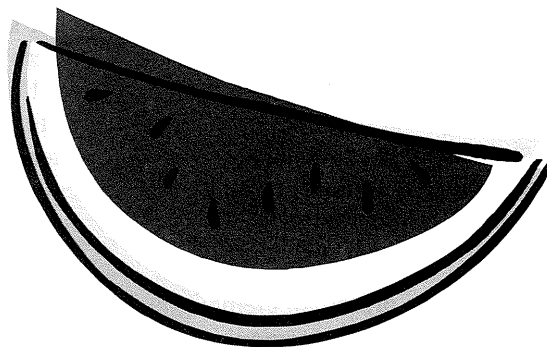
Anche per i principali elementi nutritivi è possibile effettuare un bilancio che ci fornisce le informazioni necessarie per impostare un corretto calcolo della dose di concimazione.

---

Tabella 11. Caratteristiche dei materiali organici suscettibili di fornire humus

Prodotto	sostanza secca (S.S.) %	sostanza organica (S.O.) %	rapporto c/n	coefficiente isoumico (K1) %	Umus stabile Prodotto per Tal quale (K1 x S.O.) kg
<b>Residui vegetali</b>					
residui di mais	84,40	76,63	52	20	15,326
paglia avena	87,00	80,64	100	15	12,036
paglia grano	88,91	82,79	111	15	12,418
paglia orzo	86,40	81,14	87	15	12,170
paglia segale	88,50	83,99	63	15	12,600
piante girasole	85,00	55,00	30	20	11,000
piante sorgo secco	85,00	66,00	95	20	13,200
sanse olive	91,51	68,55	32	20	13,700
bucce pomodoro	90,00	86,50	31	20	17,000
farina vinaccioli	89,00	86,25	23	20	17,000
<b>Fertilizzanti organici</b>					
letame bovino	22,00	16,40	29	30	4,920
letame equino	30,00	26,30	23	30	7,900
letame suino	28,00	25,00	31	30	7,500
letame ovino	35,40	31,80	22	30	9,540
pollina ovaiole fresca	68,80	40,00	6	30	12,000
pollina ovaiole secca	85,80	63,00	7	30	18,900
pollina polli fresca	38,00	29,00	11	30	8,700
torba naturale	40,00	29,00	20	all'es.	
pollina fr. ovaiole leggere	58,19	24,98	7	30	7,500
pollina fr. polli carne	65,08	39,37	8	30	12,000
pollina fr. pollastre	65,33	39,75	7	30	12,000

SEGUE



SEGUE TABELLA 11

Prodotto	sostanza secca (S.S.) %	sostanza organica (S.O.) %	rapporto c/n	coefficiente isoumico (K1) %	Umus stabile Prodotto per q.le di prodotto Tal quale (K1 x S.O.) kg
<b>Materiali verdi</b>					
erba medica	19,60	17,97	16	25	4,492
prato stabile	17,56	15,76	19	20	3,150
erbaio avena	13,94	12,93	22	20	2,478
foglie barbabietola	11,62	9,58	18	25	2,395
foglie e colletti barbabietola	13,64	11,87	21	25	2,967
erbaio colza	8,34	6,97	12	25	1,742
erbaio loietto	18,65	17,09	30	20	3,418
erbaio giovane mais ibrido	12,58	11,73	37	20	2,346
erbaio primaverile (33% veccia, 9% pisello, 58% avena)	13,45	12,20	35	25	3,050
erbaio autunnale (40% veccia, 30% pisello, 30% avena)	12,07	10,78	15	25	2,692
erbaio orzo	13,65	12,39	22	20	2,476
erbaio pisello	13,01	12,10	15	25	3,025
erbaio segale	14,09	12,77	18	20	2,554
erbaio sorgo ibrido	18,07	17,05	61	20	3,410
erbaio veccia	13,85	12,75	15	25	3,187
erbaio trif. incarnato	11,02	10,03	16	25	2,500
erbaio vigna sinen.	11,47	10,13	15	25	2,500
<b>Materiali secchi</b>					
fieno di medica	82,77	74,38	17	25	18,595
fieno prato stabile	84,03	74,88	20	20	14,970

Fonte: L. Tombesi, Elementi di scienza del suolo e di biologia vegetale, 1977

## 7.2 Il bilancio dell'azoto

Nell'arco del ciclo colturale dovrà essere sempre verificata l'uguaglianza tra perdite e apporti dell'elemento nel suolo.

Le perdite sono date dalle asportazioni effettuate dalla coltura in base ai propri fabbisogni più le dispersioni e immobilizzazioni che si verificano nel suolo.

Gli apporti sono dati dalle disponibilità naturali del suolo più le quantità distribuite con le concimazioni.

Se vogliamo conoscere la quantità da apportare con le concimazioni si dovrà impostare la seguente relazione:

$$\frac{\text{fabbisogni colturali} + \text{immobilizzazioni e dispersioni-} \\ \text{apporti e disponibilità naturali}}{\text{dose di concimazione}}$$

### Fabbisogni colturali

Il fabbisogno colturale viene generalmente stimato facendo riferimento alle asportazioni. Deve essere ricordato che esistono in letteratura dati di asportazioni per una medesima coltura proposti da diversi autori. Tali valori, talvolta molto differenti tra di loro, sono stati ottenuti a seguito di ricerche realizzate in realtà pedoclimatiche e sperimentali diversificate; la loro validità è tanto maggiore quanto più le condizioni del sito di applicazione sono simili a quelle sperimentali. È compito del tecnico individuare i valori più adatti, sulla base di un confronto tra le caratteristiche della specifica situazione operativa e le condizioni nelle quali questi valori sono stati ottenuti e per le quali vengono proposti.

### Dispersioni ed immobilizzazioni



In questa voce sono comprese le quantità di azoto non disponibili per la pianta a causa di differenti fenomeni, tra cui i più importanti sono:

**1. immobilizzazione:** l'azoto rimane immobilizzato nei residui della coltura precedente (es. paglia di frumento);

**2. lisciviazione:** l'azoto naturalmente presente del terreno viene disperso in seguito ad abbondanti precipitazioni nel periodo autunno-vernino; le perdite per lisciviazione variano in funzione di tessitura, struttura, regime idrico, presenza o no di coltura, tipo di coltura, presenza di azoto e l'entità delle perdite nei suoli coltivati è nell'ordine di 20-40 kgN/ha per anno, pur essendo possibili valori anche molto differenti;



**3. denitrificazione:** si verifica in condizioni di carenza di ossigeno ed è favorita da alta umidità e S.O. in decomposizione;

**4. volatilizzazione:** l'azoto viene disperso per "volatilizzazione" a causa di diversi fattori fra cui il pH (aumenta a pH maggiore di 6.5-7), l'umidità, il contenuto in calcare, il tipo di concime (ad esempio il solfato d'ammonio in presenza di calcare libera ammonio che in parte volatilizza).

Tabella 12. Asportazioni di azoto delle principali colture

Coltura	Tipo di prodotto	Resa media q/ha	Contenuto in S.S. (%)	Asportazioni	
				kg/q S.S. N	kg/q prodotto t.q. N
<b>Ortive</b>					
Aglio	bulbi	80			1,50
Asparago	turioni	45			2,50
Cavolfiore	teste	250			0,40
Cipolla	bulbi	300			0,27
Fagioli nani freschi	baccelli				0,70
Fagioli rampicanti freschi	baccelli				0,90
Lattuga	foglie	500			0,23
	radici	20			0,24
Lattuga scarola	foglie	500			0,13
	radici				0,16
Melanzana	frutti	300			0,39
Patata	tuberi	350	21	1,9	0,40
Peperone	frutti	300			0,39
Pisello	granella	30			1,10
	foglie e bac.	50			0,60
Pomodoro	frutti	450	5,5	4,5	0,25
Spinacio	foglie	160			0,47
<b>Cereali e foraggere</b>					
Avena	granella	40	86	1,9	1,60
	paglia	35	88	0,6	0,50
Grano duro	granella	60	86	2,4	2,00
	paglia	50	88	1,1	0,90
Grano tenero	granella	65	86	2,3	1,98
	paglia	55	88	0,7	0,60
Mais	granella	100	84	1,7	1,50
	fusti	120	50	1,2	0,60
Mais ceroso	parte epigea	600	30	0,6	0,20
Orzo	granella	55	86	1,9	1,60
	paglia	45	88	0,6	0,50
Sorgo	granella	50	84	1,9	1,60
	paglia	70	50	2,8	1,40

SEGUE

SEGUE TABELLA 12

Coltura	Tipo di prodotto	Resa media q/ha	Contenuto in S.S. (%)	Asportazioni	
				kg/q S.S. N	kg/q prodotto t.q. N
<b>Industriali</b>					
Barbabietole da zucchero	radici	600	22	1,1	0,20
	foglie + colletti	120	14	2,5	0,35
Girasole	granella	25	90	3,0	2,70
Medica	fieno	100	82	2,7	2,20
Soia	granella	35	82	5,23	5,00
	residui	35	82	0,37	0,30
<b>Da frutto</b>					
Actinidia	frutti	200			0,12
Cocomero	frutti	400			0,17
Fragola	frutti	170			0,80
Melone	frutti	300			0,30
Susino	frutti	160-180			0,49
Vite	frutti	150-180			0,32

I valori seguenti, relativi alle asportazioni per alcune colture arboree, sono espressi in kg/q di frutti

			kg/q di frutti N
Ciliegio	frutti	80-100	0,66
	foglie		0,26
	legno di potatura		0,24
	organi perenni		0,45
			<b>totale</b>
Pesco	frutti	180-220	0,20
	foglie		0,19
	legno di potatura		0,27
	organi perenni		0,07
			<b>totale</b>

Fonte: Guida all'interpretazione dei risultati dell'analisi dei terreni e alla formulazione dei consigli di concimazione. Servizio di Sviluppo Agricolo, Assessorato Agricoltura, Regione Emilia Romagna 1988 (modificata)

### Apporti e disponibilità "naturali"

In questa voce, sono comprese le quantità di azoto che sono disponibili per la pianta e che quindi devono essere sottratte ai fabbisogni colturali nel calcolo della dose di concimazione.

Gli apporti e le disponibilità comprendono:

1. l'azoto prontamente disponibile ad inizio coltura (azoto assimilabile, inorganico) che si può misurare direttamente, mediante appropriate determinazioni analitiche oppure si stima dall'azoto totale, in genere 1% (Tab. 13);

2. l'azoto mineralizzato dalla sostanza organica durante il ciclo colturale (mineralizzazione netta). Si può stimare conoscendo la tessitura del terreno, il contenuto di sostanza organica, la stagione di coltivazione e l'eventuale disponibilità irrigua (Tab.14);

3. l'azoto derivante dai residui della coltura precedente dipende dalla quantità e dalla composizione dei residui colturali (Tab. 15).

In base al loro contenuto in azoto e al rapporto C/N i residui colturali rilasciano o sottraggono azoto alle colture successive: ad esempio la decomposizione della paglia (C/N=50) provoca un'immobilizzazione temporanea dell'azoto minerale nel suolo.

4. azoto derivante dall'effetto residuo di precedenti fertilizzazioni organiche. Con la concimazione organica circa il 50% dell'azoto viene utilizzato dalla coltura in atto mentre si può stimare grossomodo che il 30% sarà disponibile per la coltura successiva.

5. azoto delle deposizioni secche ed umide: può essere stimato come pari a circa 10 kg/ha/anno.

**Tabella 13.** Stima dell'azoto prontamente disponibile in funzione della tessitura e dell'N totale del terreno

Terreni	densità apparente (t/m <sup>3</sup> )	peso di 1 ha di terreno per 40 cm di profondità (t)	N tot. (%)	N ass. (kg/ha)
Sabbioso	1.40	5.600	0.8 - 1.2	44.8 - 67.2
m. impasto	1.30	5.200	1.0 - 1.6	52.0 - 83.2
Argilloso	1.21	4.840	1.2 - 1.6	58.0 - 77.5

**Tabella 14.** Azoto mineralizzato in funzione della tessitura e della percentuale di sostanza organica del terreno (kg/ha)

	Sostanza organica presente nel terreno (%)				
Tipo di terreno	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
Sabbioso	18	35	53	70	88
Franco	16	24	36	48	60
Argilloso	12	12	18	24	36

Fonte: Codice di Buona Pratica Agricola per la protezione delle acque dai nitrati.

Quaderno n.1, Collana del Progetto Finalizzato PANDA, Edagricole, Bologna 1995.

Tabella 15. Azoto rilasciato dalle colture precedenti

dopo prato di erba medica	60-80 kg/ha di N
dopo leguminose da granella	30-40 kg/ha di N
dopo barbabietola	40-50 kg/ha di N
dopo frumento	tracce
post-effetto di precedenti ammendamenti organici: dopo letamazione (30 t/ha)	
1° anno	40-50 kg/ha di N
2° anno	20-25 kg/ha di N

Fonte: Codice di Buona Pratica Agricola per la protezione delle acque dai nitrati. Quaderno n. 1, Collana del Progetto Finalizzato PANDA, Edagricole, Bologna 1995

### 7.3 Il procedimento per la definizione della dose di concimazione per il fosforo e il potassio

Il fosforo ed il potassio si muovono nel suolo meno velocemente di quanto crescano le radici delle piante. La dotazione di fosforo e potassio assimilabili viene ripristinata lentamente rispetto alla velocità di assorbimento delle colture. Si deve confrontare il valore analitico del fosforo assimilabile o del potassio scambiabile con quello di normalità, cioè quella quantità di fosforo o potassio assimilabili dal suolo che consentono la crescita e la produzione ottimale in termini qualitativi e quantitativi della coltura (Tab. 9 e 10).

#### IMPORTANTE

Si possono verificare tre casi:

- 1) la dotazione del terreno è più elevata della soglia di normalità e quindi non si eseguono concimazioni;
- 2) la dotazione del terreno è più bassa della soglia di normalità e quindi si esegue una concimazione di arricchimento;
- 3) la dotazione del terreno è comparabile con la soglia di normalità e quindi si esegue una concimazione per reintegrare le asportazioni culturali. (Tab. 16)

Oltre che sulla base delle asportazioni, la dose di fertilizzante fosfatico e potassico da somministrare deve essere calcolata tenendo conto rispettivamente della quota di elemento nutritivo che viene insolubilizzata dal terreno o persa per dilavamento. Tale quota, oltre che dalla tipologia di fertilizzante impiegato, dipende dalla natura del terreno (Tab. 17 e 18).

Tabella 16. Asportazioni di fosforo e potassio espresse come P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O

Coltura	Tipo di prodotto	Resa media q/ha	Contenuto		Asportazioni			
			in S.S. (%)	kg/q S.S. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	kg/q prodotto t.q. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
<b>Ortive</b>								
Aglione	bulbi	80				0,15	0,30	
Asparago	turioni	45				0,70	2,25	
Cavolfiore	teste	250				0,16	0,50	
Cipolla	bulbi	300				0,13	0,27	
Fagioli nani freschi	baccelli							
	0,20	0,60						
Fagioli rampicanti freschi	baccelli							
	0,20	0,70						
Lattuga	foglie	500				0,08	0,48	
	radici	20				0,23	0,71	
Lattuga scarola	foglie	500				0,08	0,48	
	radici					0,20	0,70	
Melanzana	frutti	300				0,21	0,60	
Patata	tuberi	350	21,0	0,7	2,7	0,15	0,60	
Peperone	frutti	300				0,10	0,50	
Pisello	granella	30				0,30	0,30	
	foglie e bac.	50				0,15	0,35	
Pomodoro	frutti	450	5,5	0,2	6,8	0,10	0,40	
Spinacio	foglie	160				0,17	0,50	
<b>Cereali e foraggere</b>								
Avena	granella	40	86	0,6	0,6	0,50	0,53	
	paglia	35	88	0,3	1,6	0,26	1,40	
Grano duro	granella	60	86	1,0	0,6	0,86	0,50	
	paglia	50	88	0,2	1,2	0,20	1,06	
Grano tenero	granella	65	86	0,9	0,6	0,80	0,50	
	paglia	55	88	0,2	1,2	0,18	1,06	
Orzo	granella	55	86	0,6	0,6	0,50	0,53	
	paglia	45	88	0,2	1,2	0,18	1,06	
Mais	granella	100	84	0,8	0,5	0,70	0,40	
	fusti	120	50	0,4	2,8	0,20	1,40	
Mais ceroso	parte epigea	600	30	0,3	1,0	0,10	0,30	
Sorgo	granella	50	84	0,8	0,5	0,70	0,42	
	paglia	70	50	0,4	1,6	0,20	0,80	
<b>Industriali</b>								
Barbabietole da zucchero	radici	600	22	0,3	1,0	0,07	0,22	
	foglie + colletti	120	14	0,7	3,0	0,10	0,42	
Girasole	granella	25	90	1,3	1,0	1,17	0,90	
Medica	fieno	100	82	0,6	1,9	0,50	1,56	
Soia	granella	35	82	1,55	2,36	1,28	1,95	
	residui	35	82	0,24	1,83	0,20	1,50	

SEGUE

SEGUE TABELLA 16

da frutto				
Actinidia	frutti	200	0,05	0,36
Cocomero	frutti	400	0,13	0,27
Fragola	frutti	170	0,34	1,42
Melone	frutti	300	0,17	0,50
Susino	frutti	160-180	0,06	0,44
Vite	frutti	150-180	0,06	0,48

I valori seguenti, relativi alle asportazioni per alcune colture arboree, sono espressi in kg/q di frutti

Ciliegio	frutti	80-100	0,16	0,37
	foglie		0,05	0,23
	legno di potatura		0,08	0,11
	organi perenni		0,11	0,22
			totale	0,40
Pesco	frutti	180-220	0,05	0,25
	foglie		0,05	0,35
	legno di potatura		0,05	0,11
	organi perenni		0,01	0,02
			totale	0,16

Fonte: Guida all'interpretazione dei risultati dell'analisi dei terreni e alla formulazione dei consigli di concimazione. Servizio di Sviluppo Agricolo, Assessorato Agricoltura, Regione Emilia Romagna 1988 (modificata)

Tabella 17. Insolubilizzazione del fosforo in funzione del tipo di terreno

Tipo di terreno	Insolubilizzazione annua %
pH <5.5	40-70
pH 5.5-6.2	30
pH neutro non calcareo	10
calcare totale (fino a 10%)	20
calcare totale (da 10 a 30%)	35
calcare totale (> 30%)	40

Tabella 18. Lisciviazione del potassio in funzione del tipo di terreno

Tipo di terreno	Lisciviazione annua
Contenuto in argilla	
%	%
0-5	60
5-15	30
15-25	20
> 25	10

Fonte: Guida all'interpretazione dei risultati dell'analisi dei terreni e alla formulazione dei consigli di concimazione. Servizio di Sviluppo Agricolo, Assessorato Agricoltura, Regione Emilia Romagna 1988 (modificata)



## **8. Le tipologie di fertilizzanti e le modalità di impiego**

Per la fertilizzazione dei suoli, è possibile fare ricorso o ai fertilizzanti propriamente detti (previsti e descritti da un'apposita normativa, la Legge n. 748 del 1984), oppure alle biomasse residue dalle attività produttive (agricole, industriali, ecc.) e dagli insediamenti abitativi.

### 8.1 I fertilizzanti propriamente detti

Si può definire fertilizzante una qualsiasi sostanza che, per il suo contenuto in elementi nutritivi, oppure per le sue peculiari caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche contribuisce al miglioramento della fertilità del terreno agrario oppure al nutrimento delle specie vegetali coltivate o, comunque, ad un loro migliore sviluppo. I fertilizzanti possono essere a loro volta classificati in ammendanti, correttivi e concimi.

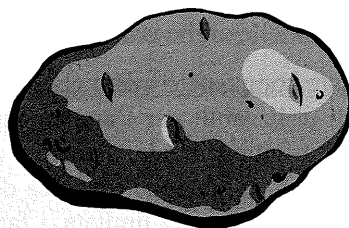
#### Gli ammendanti e i correttivi

Per ammendante e correttivo si intende ogni sostanza in grado di modificare e migliorare le caratteristiche fisiche, chimiche, biologiche e meccaniche del terreno attraverso i seguenti meccanismi:

- agendo sulla struttura del suolo;
- favorendo, nel terreno, le trasformazioni da cui dipendono le disponibilità degli elementi nutritivi;
- fornendo energia per i microrganismi del suolo.

#### Le dosi di ammendante da apportare

Un ammendante organico per poter svolgere la sua azione deve essere apportato al terreno in quantità elevate, nell'ordine delle decine di tonnellate per ettaro.



Questa affermazione trova facile giustificazione nella considerazione che nello strato lavorato (circa 40 cm) di un ettaro di suolo agrario sono contenute dai 500 ai 1500 quintali di sostanza organica.

In passato, un tipico ruolo ammendante veniva svolto dal letame che era appunto somministrato in dosi di 500-600 e più quintali per ettaro; questa pratica, ancor oggi validissima dal punto di vista tecnico, risulta sovente impraticabile per l'impossibilità di reperire tale materiale.

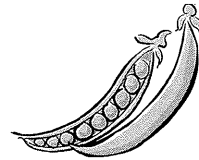
#### Le attuali disponibilità di ammendanti

Attualmente sono disponibili sul mercato diverse tipologie di ammendanti di preparazione industriale; il loro costo di acquisto e di distribuzione in campo risulta essere il principale fattore che limita il loro impiego.

#### Esempi di ammendanti disponibili sul mercato

Il mercato offre la possibilità di acquistare diversi prodotti di preparazione industriale, tra cui:

- letame;
- vermicompost da letame;
- torba;
- leonardite (un materiale di origine fossile)
- ammendanti vegetali;
- ammendanti compostati.



#### Gli ammendanti compostati

Attualmente sembra che l'unica via che permette di riutilizzare quantità significative di materiali organici per la fertilizzazione dei terreni sia il riciclo con produzione di compost a composizione nota e controllata. La normativa sui fertilizzanti, la già citata Legge n. 748 del 1984, definisce tre tipologie di ammendanti compostati che, pertanto, sono reperibili in commercio.

- l'ammendante compostato verde è prodotto a partire da materiali di origine vegetale (scarti della manutenzione del verde, residui delle colture, ecc.) con esclusione delle alghe e di altre piante marine;

- l'ammendante compostato misto che può essere prodotto, oltre che a partire dai materiali utilizzabili per l'ammendante compostato verde, impiegando anche rifiuti di origine animale, deiezioni degli allevamenti, residui delle attività agroindustriali, la frazione organica dei residui solidi urbani (solo se separata all'origine) e, in misura limitata, i fanghi di depurazione;



- l'ammendante torboso composto è invece prodotto per miscela di torba con l'ammendante composto misto.

La Legge, oltre ai materiali che possono essere usati per la formulazione, definisce anche una serie di parametri di qualità che i produttori di ammendanti compostati devono rispettare. Tra i parametri più importanti si annoverano il contenuto di carbonio organico totale (sostanza organica), il contenuto di sostanze umo-simili ed il contenuto di alcuni elementi nutritivi (N,P, K, Cu, Zn). Inoltre, la normativa impone un contenuto massimo ammissibile di metalli pesanti, di materiali inerti e di microrganismi indesiderati.

### Obiettivi del compostaggio

Il compostaggio è la pratica di trasformazione dei residui organici che consente, simultaneamente e con la massima celerità di:

- abbatterne la fermentescibilità (stabilizzazione) ed innescare i processi di formazione di sostanze umo-simili;

- ottenere l'igienizzazione dei materiali trattati, eliminando o riducendo significativamente il contenuto di organismi patogeni per l'uomo, gli animali e le colture;

- renderne più facile la gestione (movimentazione e distribuzione).

Da un punto di vista biologico, il compostaggio è un processo di trasformazione che avviene in presenza di ossigeno ("aerobico") e che sviluppa calore.

Gli attori principali del compostaggio sono i microrganismi, generalmente già presenti in misura sufficiente negli scarti e nell'ambiente circostante, che vanno messi tuttavia nelle condizioni ideali per trasformare le componenti organiche e contestualmente riprodursi, accelerando i processi.

### Modalità di apporto degli ammendanti

Gli ammendanti devono essere apportati al terreno prima della semina o della messa a dimora di una coltura. Dopo lo spargimento, questi dovranno essere interrati uniformemente nello strato di suolo interessato dalla specie coltivata in modo che gli effetti favorevoli siano i maggiori possibili e che i processi di mineralizzazione/umificazione possano cominciare.

### Epoche per apportare gli ammendanti

Per le colture erbacee, l'epoca ottimale di distribuzione degli ammendanti coincide con la lavorazione profonda, che si esegue per preparare il terreno per le colture da rinnovo a ciclo primaverile-estivo.

Per le coltivazioni arboree, gli interventi ammendanti sono considerati irrinunciabili al momento dell'impianto. Successivamente, interventi con cadenza anche frequente e con quantità di fertilizzanti più limitate, in relazione alle condizioni pedoclimatiche ed ai tassi di distruzione della sostanza organica, sono sempre consigliabili.

#### Precauzioni necessarie nell'uso degli ammendanti

È necessario sottolineare che, anche se gli ammendanti organici vengono utilizzati prioritariamente per migliorare le caratteristiche chimiche generali e fisico-meccaniche dei suoli, con l'impiego di questi fertilizzanti si realizza anche un apporto al suolo di elementi nutritivi. Questi sono presenti in forma organica e si rendono disponibili per le colture solo a seguito del processo di mineralizzazione. Pertanto, nella definizione dei piani di fertilizzazione per le colture, sarà necessario tenere conto anche della quota degli elementi nutritivi che derivano dall'ammendante e che devono essere sottratti dalla dose di concimazione totale.

#### I concimi

Per concime si intende ogni sostanza idonea a fornire alle colture l'elemento o gli elementi chimici della fertilità necessari per lo svolgimento del ciclo vegetativo e produttivo: l'impiego dei concimi viene effettuato per apportare al terreno elementi nutritivi.

#### **IMPORTANTE**

I concimi vengono classificati in:

- concimi minerali;
- concimi organici;
- concimi organo-minerali

#### I concimi minerali

I concimi minerali possono essere semplici o composti.

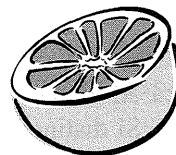
1. I concimi minerali semplici sono prodotti, naturali o sintetici, che contengono, espressamente dichiarato, uno solo degli elementi chimici principali della fertilità (N, P, K). Si distinguono in:

- Concimi minerali azotati semplici (es. nitrato di calcio);
- Concimi minerali fosfatici semplici (es. perfosfato semplice);
- Concimi minerali potassici semplici (es. cloruro di potassio).

2. I concimi minerali composti sono prodotti, naturali o sintetici, che contengono, espressamente dichiarati ed opportunamente miscelati o

combinati secondo vari rapporti, due o più elementi chimici principali della fertilità (N, P, K). Si distinguono in:

- Concimi minerali composti NP;
- Concimi minerali composti NK;
- Concimi minerali composti PK;
- Concimi minerali composti NPK.



3. I concimi minerali a base di elementi secondari sono prodotti, naturali o sintetici che contengano espressamente dichiarato uno degli elementi secondari: calcio, magnesio, sodio o zolfo.

4. I concimi minerali a base di microelementi (oligoelementi) sono prodotti naturali o sintetici che contengono, espressamente dichiarato, uno o più microelementi: boro, cobalto, rame, ferro, manganese, molibdeno e zinco.

#### Modalità di impiego dei concimi minerali

Le modalità di impiego dei concimi variano in funzione dell'elemento nutritivo e della coltura considerata. Brevemente vengono riportati dei criteri generali, validi nella maggior parte dei casi.

#### **IMPORTANTE**

##### *Fosforo, potassio e mesoelementi*

Generalmente si apportano al terreno con le lavorazioni preparatorie complementari che precedono la semina o la messa a dimora della coltura (es. concimazione di fondo per le arboree). Devono essere interrati nello strato di terreno interessato dalle radici della coltura. L'apporto di questi elementi in copertura è limitato a casi molto specifici e per colture particolarmente esigenti.

##### *Azoto*

E' opportuno distribuire questo elemento nutritivo quando la coltura è presente sul terreno ed in particolare quando questa ha la massima necessità e/o capacità di assorbimento.

Il frazionamento della somministrazione dell'azoto consente, in generale, il raggiungimento dei migliori vantaggi tecnici ed economici: efficienza di impiego del fertilizzante e della tutela dell'ambiente.

##### *Microelementi*

La scelta della tipologia di concime e della modalità di applicazione deve essere poi attentamente valutata in relazione ad ogni specifica situazione, al fine di evitare che si ripresentino dopo qualche tempo le medesime condizioni di carenza. Si potranno, ad esempio, preferire i fertilizzanti che presentano macroelementi in forma chelata ai sali e la distribuzione fogliare più che quella al suolo.

### I concimi organici

I concimi organici sono prodotti formati da composti organici del carbonio di origine animale o vegetale, legati chimicamente in forma organica ad elementi principali della fertilità (generalmente azoto oppure fosforo). Si distinguono in:

1. Concimi organici azotati (es. sangue secco, farina di carne)
2. Concimi organici NP (es. guano, pollina essiccata)

### Vantaggi dell'impiego dei concimi organici

Hanno la capacità di rilasciare con gradualità, a seguito del processo di mineralizzazione, gli elementi nutritivi. Questa gradualità di rilascio fa sì che la disponibilità degli elementi nutritivi nel suolo sia più compatibile con le esigenze delle colture. Al contrario di quanto avviene con l'uso dei concimi di sintesi, generalmente a maggiore solubilità, a seguito dell'impiego di concimi organici non si osservano, nel terreno, picchi di concentrazione delle forme inorganiche solubili dell'azoto e quindi potenzialmente dilavabili. Conseguentemente, anche i rischi ambientali sono fortemente ridotti. Essendo costituiti da matrici complesse di origine biologica, contengono sempre, anche se in misura molto diversa tra di loro, gli elementi secondari e i microelementi della fertilità. Il loro impiego pertanto consente una più equilibrata nutrizione delle piante e contribuisce al contenimento o all'eliminazione dei fenomeni di forte carenza di uno specifico elemento tra tutti quelli indispensabili per la crescita e la produzione delle colture. Per i motivi sopra esposti, i concimi organici presentano generalmente una maggior efficienza di utilizzazione degli elementi nutritivi da parte delle colture rispetto ai concimi inorganici e spesso, questa maggiore efficienza tecnica, si traduce anche in una maggior efficienza economica. Inoltre, tra i mezzi tecnici per la fertilizzazione del suolo, i concimi organici risultano essere tra quelli a maggiore compatibilità ambientale.

### Dosi di impiego dei concimi organici

I concimi organici hanno una concentrazione di elementi nutritivi che può variare, in linea di massima dal 3-4% fino ad un massimo del 13-20 % (come somma degli elementi nutritivi principali) e le dosi di impiego sono nell'ordine di qualche decina di quintali per ettaro, (quantità troppo esigue per influenzare il contenuto di sostanza organica di un suolo). Nella redazione del piano di fertilizzazione sarà necessario tenere conto che una quota di elementi nutritivi pari a circa il 40-70% si rende disponibile durante il primo anno successivo alla distribuzione, mentre quote più piccole si rendono disponibili nei periodi successivi, con andamento decrescente nel tempo.

### Modalità di impiego dei concimi organici

Gli elementi nutritivi contenuti nei concimi organici si rendono disponibili solo a seguito del processo di mineralizzazione e quindi la distribuzione dei concimi organici deve avvenire in leggero anticipo rispetto alla semina o alla messa a dimora della coltura. Ad esempio:

1. la distribuzione sulle stoppie dei cereali autunno-vernini e del riso immediatamente prima dall'aratura è caratterizzata in genere da una buona efficienza di impiego. Nei suoli più vulnerabili al dilavamento degli elementi nutritivi si preferisce l'intervento primaverile, su terreno già arato, seguito da una erpicatura che ne consenta l'interramento;

2. nel caso delle colture sarchiate da rinnovo primaverile-estivo, il momento migliore per la concimazione organica coincide con la lavorazione preparatoria (aratura, ripuntatura o lavorazione a due strati). Mediante tale operazione è possibile interrare il concime, che può quindi cominciare a mineralizzare, proprio nel momento di massima esigenza per le colture;

3. per le colture arboree, la concimazione organica dovrà avvenire di preferenza in primavera piuttosto che in autunno. Infatti, durante la stagione primaverile si verifica una adeguata mineralizzazione dei concimi con graduale rilascio degli elementi nutritivi nel periodo in cui la coltura ha una duratura capacità di assorbimento di questi. Al contrario, nella stagione autunnale, quando le condizioni di mineralizzazione dei concimi organici possono essere poco ottimali ed il periodo di assorbimento degli elementi nutritivi da parte della pianta è più breve, può essere conveniente l'impiego di un concime minerale.

Tranne casi eccezionali, l'impiego dei concimi organici dovrà essere associato ad interventi con concimi minerali al fine di equilibrare l'apporto degli elementi nutritivi. Peraltro, come dimostrato in numerose ricerche, l'associazione di concimi organici ed inorganici si manifesta con positivi effetti sull'efficienza della concimazione.

### I concimi organo-minerali

I concimi organo-minerali sono prodotti ottenuti per reazione o per miscela di uno o più concimi organici con uno o più concimi minerali semplici oppure composti. La torba, pur non essendo un concime ma un ammendante, è comunque compresa tra i materiali utilizzabili per la produzione di questi concimi. Si distinguono in:

- Concimi organo-minerali azotati;
- Concimi organo-minerali NP;

- Concimi organo-minerali NK;
- Concimi organo-minerali NPK.

#### Il processo di produzione dei concimi organo-minerali

Gli organo-minerali vengono prodotti:

- per miscela delle componenti minerale e organica nella quale è ancora possibile distinguere i singoli grani delle differenti frazioni;
- per reazione e successiva granulazione o pellettazione della miscela delle singole componenti minerali ed organiche a partire da materie prime allo stato polverulento.

In quest'ultimo caso sicuramente il prodotto presenta caratteristiche più omogenee rispetto al primo ed assicura una più efficace interazione della frazione minerale con quella organica, esaltandone gli effetti.

#### Modalità di azione dei concimi organo-minerali

Le modalità di azione dei concimi organo-minerali possono essere individuate:

- nel rilascio graduale degli elementi nutritivi a seguito della mineralizzazione della componente organica;
- nella protezione degli elementi nutritivi dai fenomeni di insolubilizzazione e lisciviazione, da parte della componente organica umificata, per chelazione, complessazione ed adsorbimento.

#### **IMPORTANTE**

Per possedere un elevato valore agronomico un concime organo minerale deve essere ottenuto:

- per reazione;
- con matrici minerali di buona qualità;
- con matrici organiche che assicurino il lento rilascio degli elementi nutritivi;
- con matrici organiche che assicurino la protezione degli elementi nutritivi (matrici ad elevato livello di umificazione).

Deve presentare:

- una completa rispondenza ai titoli dichiarati;
- una formulazione in granuli o in pellet.

Un concime organico organo-minerale che possiede queste caratteristiche:

- consente di raggiungere adeguati livelli produttivi;
- contribuisce al contenimento dei costi di produzione;
- assicura una elevata attenzione ambientale

### Modalità di impiego dei concimi organo-minerali

Per la presenza della componente organica, i concimi organo-minerali dovranno essere distribuiti in leggero anticipo rispetto alla semina o messa a dimora della coltura e dovranno sempre essere interrati con le lavorazioni preparatorie e complementari. In ragione della capacità di proteggere gli elementi nutritivi, il loro impiego deve essere considerato in particolare nei casi di:

- suoli con caratteristiche tali da far prevedere intensi fenomeni di insolubilizzazione del fosforo o di lisciviazione del potassio;
- suoli che pongono problemi di attenzione ambientale per la lisciviazione dell'azoto.



### 8.2 Le biomasse residue

Sono definiti "biomasse" tutti i materiali organici, vegetali ed animali, nonché i residui e/o i sottoprodotti organici derivanti dalla loro trasformazione ed utilizzazione. Si possono considerare biomasse anche i residui prevalentemente organici solidi, semi-solidi e liquidi, sia urbani che derivanti da attività industriali.

#### **IMPORTANTE**

##### **Principali residui organici disponibili**

###### *Residui urbani*

- fanghi di depurazione
- residui solidi urbani

###### *Residui agricoli*

- di colture erbacee
- di colture arboree
- di allevamenti zootecnici

###### *Residui industriali*

- fanghi di depurazione
- residui di lavorazione

###### *Residui di industrie agro-alimentari*

- caseari
- enologici e birrari
- oleari
- bieticolo-zuccherieri
- ortofrutticoli e conservieri

#### Importanza del reimpiego in agricoltura delle biomasse

1. Un materiale che può rappresentare un rifiuto in un dato luogo ed in un certo momento, in un'altra situazione locale e temporale può costituire, invece, una risorsa non trascurabile.

2. Le biomasse, quando non sono utilizzabili vantaggiosamente, rappresentano un rifiuto, al contrario, quando consentono una qualsiasi forma di utilizzazione economica costituiscono una risorsa.

3. Le biomasse possono costituire una importante risorsa, in grado di mantenere e di reintegrare la fertilità del suolo.

4. Il riciclo di biomasse sul suolo potrebbe risolvere da un lato il problema della fertilizzazione organica e dall'altro quello dello smaltimento di sostanze ad elevato valore fertilizzante altrimenti destinate a discarica.

#### Vantaggi dell'impiego delle biomasse

Le biomasse sono in grado di:

- favorire le caratteristiche fisiche positive dei suoli (struttura, permeabilità, ecc.) preservandoli così dai processi di erosione e di deterioramento fisico;
- offrire microambienti favorevoli per lo sviluppo dei semi e delle radici;
- fornire direttamente o dopo la loro mineralizzazione, elementi nutritivi per le colture;
- mobilitare elementi nutritivi già presenti nel terreno;
- contribuire alla riduzione dei costi di produzione, sostituendo in parte i fertilizzanti acquistati sul mercato, il cui costo fluttua in dipendenza di fattori estranei all'agricoltura e grava, comunque, in misura sempre rilevante sulle aziende agrarie.

#### Limiti al reimpiego delle biomasse

Le biomasse possono essere vantaggiosamente utilizzate per fertilizzare i terreni purché:

- contengano adeguate dosi di sostanza organica di buona qualità, che sia poco fermentescibile cioè ben stabilizzata;
  - contengano gli elementi nutritivi per le colture di preferenza in forma organica;
  - non contengano sostanze tossiche, sia organiche (idrocarburi policiclici aromatici, metilmercurio, polifluorocarbonati, ecc.) che inorganiche (metalli pesanti);
  - la distanza fra centri di produzione e potenziali utilizzatori non sia eccessiva.
-

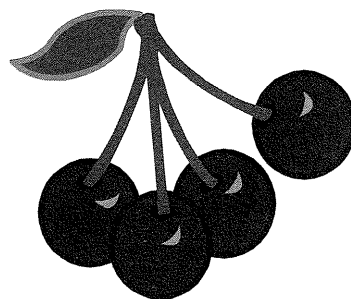
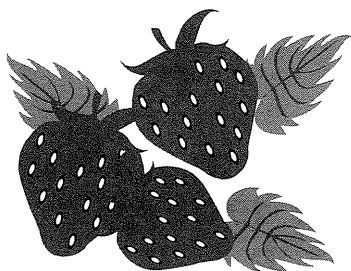


**IMPORTANTE**

L'utilizzo dei fanghi di depurazione per la fertilizzazione del terreno è normato da Decreto Legislativo del 27 gennaio 1992 n.99. Anche l'impiego delle acque di vegetazione e della sansa è disciplinato da una specifica normativa: la Legge n. 574 dell'11 novembre 1996.

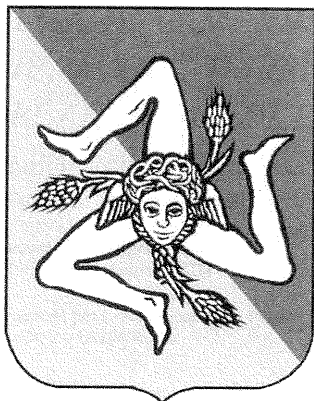
Nel caso in cui si vogliono utilizzare queste biomasse sarà opportuno fare riferimento ad un tecnico competente.

Nel caso dei fanghi di depurazione e delle acque di vegetazione dei frantoi oleari esistono delle normative specifiche che indicano le modalità del loro uso e che devono essere rispettate, anche per non incorrere nelle sanzioni previste.



1774



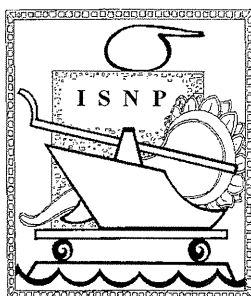


REGIONE SICILIANA  
ASSESSORATO AGRICOLTURA E FORESTE  
SERVIZI ALLO SVILUPPO  
SEZIONE OPERATIVA N. 19, PATERNO'

## **Agrumi: modalità di campionamento per terreno, foglie, acque d'irrigazione e frutti; valori analitici di riferimento**



Istituto Sperimentale per  
l'Agricoltura



Istituto Sperimentale per  
la Nutrizione delle Piante



Metapontun Agrobios



# *AGRUMI: MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO PER TERRENO, FOGLIE, ACQUE D'IRRIGAZIONE E FRUTTI; VALORI ANALITICI DI RIFERIMENTO*

Francesco Intrigliolo <sup>1</sup>, Giancarlo Rocuzzo <sup>4</sup>, Giovanni Lacertosa <sup>3</sup>,  
Paolo Rapisarda <sup>1</sup>, Stefano Canali <sup>2</sup>

1 Istituto Sperimentale per l'Agrumicoltura  
Corso Savoia, 190 - 95024 Acireale (CT)

2 Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante  
Via della Navicella, 2 - 00184 Roma

3 Metapontum Agrobios  
SS 106 km 448.2 - 75010 Metaponto (MT)

4 (Nuovo attuale) I.L.S.A. S.p.A.  
IV Strada, 28 - Zona Industriale - 36071 Arzignano (VI)

## **1. Introduzione**

La stesura di questo manuale nasce dall'esigenza di fornire ai tecnici indici di valutazione per migliorare l'efficienza degli interventi di fertilizzazione in modelli produttivi convenzionali e integrati, riducendo i costi, l'impatto ambientale e migliorando la produzione. La resa, intesa come regolarità produttiva negli anni, e la qualità dei frutti, per gli aspetti organolettici e di salubrità, hanno estrema importanza sulla competitività della coltura e quindi sul bilancio economico finale. Il concetto di qualità di un prodotto ortofrutticolo ha subito in questi ultimi anni un profondo mutamento: da semplice valutazione delle caratteristiche esteriori del prodotto oggi si tende a una definizione più articolata nella quale viene coinvolta l'intera filiera, che comprende la produzione, la commercializzazione, la distribuzione e, non ultimo, il consumo.

La nutrizione delle piante si inserisce a pieno titolo nella filiera di produzione di agrumi di qualità, integrandosi con le altre tecniche colturali (irrigazione, conduzione del terreno, potatura e difesa fitosanitaria). La razionalizzazione della fertilizzazione è di fondamentale importanza perché, attraverso lo sviluppo armonico delle piante, si favorisce una produzione di qualità e una migliore efficienza delle altre pratiche colturali.

Per una sua corretta gestione devono essere analizzate le varie componenti dell'agroecosistema "agrumeto" e studiate le relazioni fra di esse nell'ambito di ciascun modello produttivo.

Fra gli strumenti analitici necessari per definire i piani di fertilizzazione degli agrumi la diagnostica fogliare assume particolare rilevanza. Si ricorre a questa tecnica per conoscere i livelli nutrizionali raggiunti nella pianta, tenendo in considerazione, però, sia lo stato vegeto-produttivo sia la redditività della coltura (§ 4.1.).

Per la programmazione della fertilizzazione delle colture arboree, in particolare degli agrumi, la diagnostica fogliare fornisce indicazioni reali sullo stato nutritivo delle piante, mentre l'analisi del suolo ha un valore diagnostico più ridotto come guida alla fertilizzazione, risultando utile per conoscere le caratteristiche fisico-chimiche e lo stato di fertilità generale soprattutto all'impianto. Per l'impostazione dei piani di fertilizzazione, bisogna ricordare come molte evidenze scientifiche sulla nutrizione degli agrumi hanno mostrato una scarsa correlazione fra disponibilità di elementi nel suolo e contenuti fogliari. Infatti, i metodi di analisi del suolo si fondano sull'ipotesi che le radici delle piante estraggono le sostanze nutritive in modo analogo ad un attacco di tipo chimico, il che non sempre risponde a verità. Inoltre, nelle colture arboree deve considerarsi l'influenza del ciclo interno degli elementi e delle riserve contenute nei vari organi della pianta. Per definire appropriati piani di fertilizzazione è opportuno effettuare ogni anno l'analisi fogliare, mentre l'analisi del terreno va eseguita prima dell'impianto e negli anni successivi con cadenza poliennale, ma solo per alcuni parametri, sempre che sussistano fondate necessità.

Le analisi delle acque d'irrigazione sono importanti per verificare sia l'apporto di elementi nutritivi (N, K, Mg, ecc.) sia la presenza di elementi indesiderati (Cl, Na, B, ecc.).

L'analisi della qualità dei frutti, oltre a essere utile ai fini dell'impostazione dei piani di fertilizzazione, può essere finalizzata all'individuazione del momento ottimale di raccolta e a studi a livello territoriale sulla vocazionalità delle aree, sulla caratterizzazione di produzioni tipiche, ecc.

Il piano di fertilizzazione può essere definito come un documento di programmazione tecnico-economico che stabilisce le dosi di fertilizzante da apportare, le loro tipologie, le modalità e i tempi d'impiego (§ 4.2.). Per la sua definizione tutti i dati analitici suindicati, devono essere integrati da informazioni di tipo agronomico, sia sulla tipologia delle aziende sia sul territorio, ed effettuate da un tecnico qualificato. Tutti gli accertamenti analitici, infatti, senza un'anamnesi dell'azienda sono di ridotta utilità.

---

## **2. Attività e prelievi da effettuare in campo**

Preliminarmente al prelievo dei campioni è indispensabile la compilazione di una scheda su cui raccogliere dettagliate informazioni sulla recente storia dell'impianto, relativa almeno agli ultimi 3 anni (Allegato 5.1). In particolare, le notizie dovranno riguardare: i dati agronomici (specie, varietà, portinnesto, età e sesto d'impianto, stato fitosanitario, entità della produzione e parametri qualitativi dei frutti, ecc.), il tipo di concimazione e le principali operazioni colturali effettuate. La scheda di anamnesi aziendale è di estrema importanza; una sua corretta compilazione consente, infatti, di esprimere un giudizio sulla conduzione della coltura e sulle pratiche di fertilizzazione d'attuare basandosi, anche, su ridotti riscontri analitici.

### 2.1. Norme per il campionamento del terreno

#### 2.1.1. Considerazioni generali

Il prelievo del campione è un'operazione estremamente delicata, infatti, errori in questa fase possono inficiare tutto il lavoro successivo.

La proprietà fondamentale per un campione di terreno è quella di rispecchiare, quanto più fedelmente possibile, le caratteristiche dell'area alla quale il campione si riferisce. Deve essere cioè rappresentativo. In genere, i suoli naturali hanno una minore variabilità di quelli coltivati, mentre più variabili sono i suoli salini.

È impossibile stabilire a priori la superficie da cui può essere prelevato un campione, possono, però, essere individuati dei criteri utili per la sua definizione. Una delle caratteristiche per stabilire l'ampiezza dell'area da campionare è l'omogeneità dal punto di vista geologico e pedologico (si può fare riferimento a carte geo-pedologiche in mancanza di dati specifici), nonché topografico e morfologico (quota, pendenza, esposizione, ecc.). E' necessario che, almeno negli ultimi anni, l'area sia stata sottoposta a interventi colturali simili, (stesse tecniche di fertilizzazione, irrigazione, conduzione del terreno, ecc.) e che al sopralluogo il terreno appaia quanto più possibile simile dal punto di vista del colore, della tessitura, e della presenza di scheletro.

Risultano indispensabili considerazioni di tipo economico, legate ai costi della realizzazione delle analisi. Infatti, se le maggiori informazioni analitiche, che si ottengono da aree di campionamento più piccole, assicurano un più elevato successo tecnico, per contro, incidono sui costi aziendali. Per tale motivo, le scelte derivano necessariamente da un com-

promesso fra i due aspetti e dipenderanno anche dal reddito che la coltura sarà in grado di assicurare.

### 2.1.2. Modalità di prelievo

Le modalità operative di prelievo non differiscono da quelle effettuate per gran parte delle altre colture arboree.

Definita nell'azienda l'area d'indagine, i prelievi di terreno devono essere effettuati, evitando i bordi e i punti anomali (dovuti ad accumulo di residui colturali, fertilizzanti, ristagno dell'acqua, ecc.), secondo differenti metodologie e con un grado di accuratezza diverso in funzione dello scopo che si vuole raggiungere.

Con il campionamento sistematico si suddivide idealmente l'area d'indagine nel numero prescelto di unità di campionamento, utilizzando un reticolo di dimensioni opportune. Le unità devono avere tutte approssimativamente la medesima dimensione, mentre l'ampiezza della griglia dipende dal dettaglio analitico che si vuole raggiungere. All'interno di ogni unità di campionamento sarà necessario prelevare casualmente un campione elementare (Fig. 1A).

Con il campionamento non sistematico si individuano, a seconda dell'ampiezza e della forma dell'appezzamento almeno 9 punti di prelievo lungo un percorso idealmente tracciato a W o a X e si preleva un campione elementare per ogni punto (Fig. 1B).

Con il campionamento irregolare s'individuano i punti di prelievo utilizzando i numeri casuali riportati dai manuali di statistica. Anche in questo caso, si preleva un campione elementare in ogni punto individuato.

Queste tre metodologie non sono equivalenti, la rappresentatività del campione ottenuto è massima nel caso del campionamento sistematico, intermedia nel non sistematico e minima nell'irregolare, ma l'onere dell'operazione cresce in senso inverso.

In generale, si consiglia di effettuare il campionamento non sistematico, con l'eccezione dei casi in cui l'operazione viene praticata per specifici motivi tecnici.

Occorre ottenere un campione finale o globale (somma dei campioni elementari) per ogni area d'indagine che, anche in condizioni di estrema omogeneità dell'impianto, non deve superare i 4 ha (1600 piante per densità di 400 piante/ha).

Gli strumenti necessari per il campionamento del terreno sono una trivella, una vanga, un secchio (volume minimo 10 litri), un telo asciut-



to e pulito, di almeno 2x2 m e dei sacchi di plastica, di almeno 1 litro di capacità dotati di sistema di chiusura. La trivella (Fig. 2) può essere utilizzata nei suoli con poco scheletro, mentre nei suoli pietrosi è preferibile l'uso della vanga (Fig. 3). Nel caso dei suoli sabbiosi, la trivella deve essere introdotta obliquamente per poter meglio recuperare il terreno della carota. Dovendosi effettuare un elevato numero di prelievi si può utilizzare, con buoni risultati tecnici e notevoli risparmi di tempo, una trivella a motore (Fig. 4).

Negli agrumeti i prelievi devono effettuarsi dove si ha un maggiore addensamento del capillizio radicale. Con sistemi irrigui che bagnano l'intera superficie i punti di campionamento devono essere individuati al margine esterno della proiezione della chioma. Con l'irrigazione localizzata (goccia) o semi localizzata (microgetti) il prelievo deve essere effettuato all'interno dell'area bagnata, fra l'erogatore e il limite esterno della zona umida.

La profondità di campionamento è diversa in funzione del fine per cui si effettua il prelievo e del tipo di conduzione del terreno. Nei casi in cui sono previste le lavorazioni, pertanto con rimescolamento degli strati, il campione deve essere prelevato a una profondità maggiore rispetto ai terreni in cui si pratica il diserbo totale o l'inerbimento (naturale o artificiale); in questi ultimi casi si deve prima eliminare la cotica erbosa. È sempre conveniente eliminare i primi 2 cm di terreno in cui sono presenti detriti, soprattutto residui organici, che possono condizionare i risultati delle analisi.

Nella norma, la profondità di prelievo consigliata è di 2-40 cm. Eventuali variazioni nella profondità e le relative motivazioni devono essere indicate nella scheda di campionamento. Può essere utile effettuare un ulteriore prelievo anche alla profondità di 40-80 cm, soprattutto quando si ritiene che lo strato più profondo possieda, rispetto al superiore, delle differenze tali da influire sulla gestione colturale dell'agrumeto.

Nella fase di pre-impianto conoscere la composizione dello strato più profondo diventa molto importante per non portare in superficie, con le operazioni di scasso e rivoltamento, composti o tipi di suolo indesiderato e per definire le potenzialità e la fertilità di tutto lo strato esplorabile dagli apparati radicali. Infine, per particolari esigenze di tipo sperimentale, la profondità da raggiungere può essere superiore e può essere necessario effettuare prelevamenti ogni 15-20 cm.

Man mano che i campioni elementari vengono prelevati verranno posti nel secchio. Completati i prelievi, i campioni elementari, contenuti nel secchio, verranno rovesciati sul telone, rimescolati fino a omogeneizzazione, ottenendo così il campione globale.

---

L'esecuzione delle analisi chimico-fisiche richiede, generalmente, una quantità massima di terreno di 500 g; nel caso si effettuino delle analisi di tipo biochimico è necessaria una quantità massima di terreno di 1000 g. Pertanto, il campione globale, frequentemente più grande, deve essere ridotto ad un campione finale (1500 g circa) da inoltrare al laboratorio per le analisi.

Per un maggiore approfondimento sulle modalità di prelievo dei campioni e per i metodi di analisi, si rimanda ai Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (MIRAAF, 1994).

### 2.1.3. Operazioni successive al prelievo, trasporto e consegna

Il campione finale, dovrà essere posto in un imballaggio asciutto, pulito e che non interagisca col terreno e, quindi, etichettato. Buona norma è quella d'inserire il campione in un doppio sacchetto di materiale plastico, porre una prima etichetta tra i due sacchetti e un'altra, con le medesime informazioni, legata alla chiusura esterna del sacchetto. L'etichetta esterna è utile per il rapido riconoscimento del campione, mentre quella interna è di sicurezza. Il campione deve essere, comunque, accompagnato dalla scheda di prelievo del campione (Allegato 5.2.) e inviato in tempi brevi al laboratorio di analisi.

### 2.1.4. Valori di riferimento

Esistono pochi rilievi sperimentali sulla taratura agronomica del terreno per gli agrumi. I valori riportati nelle tabelle 1 e 2 sono stati ricavati da lavori realizzati in differenti realtà pedoclimatiche (Spagna, USA, Nuova Zelanda e Italia), considerando anche gli standard relativi alle colture erbacee.

Per l'interpretazione delle analisi del suolo, tali valori devono giudicarsi indicativi, in considerazione delle diverse condizioni pedoclimatiche di coltivazione degli agrumi. Per una corretta interpretazione del complessivo quadro analitico bisogna considerare alcuni aspetti specifici in relazione a possibili antagonismi fra elementi o a fattori che possano ridurne la disponibilità. Ad esempio, per i livelli di fosforo assimilabile, bisogna valutare il dato analitico in funzione delle possibili cause di insolubilizzazione, apprezzabili in base al valore della reazione del terreno (pH) e al contenuto in calcare, soprattutto nella sua componente più reattiva (calcare attivo).

Per alcuni parametri come il calcare totale, il calcare attivo e la conducibilità elettrica è molto più importante un'attenta valutazione dei valori quando superano la soglia di normalità, per le possibili interferenze negative sia a livello pedologico, sia sull'attività vegeto-produttiva delle piante. Per la conducibilità elettrica, in particolare, la misura può essere esegui-

ta sulla pasta satura (ECe) o con un rapporto suolo/acqua 1:2 (EC1:2) o 1:5 (EC1:5). I valori dell'EC1:5 per essere trasformati nel rapporto 1:2 si devono moltiplicare per 2,5 (Perelli, 1987). I valori provenienti dai rilievi sulla pasta satura sono più alti rispetto all'EC1:2. Chapman (1960) considera un intervallo di 0,2-1,9 mS/cm di ECe adatto per una buona risposta agronomica degli agrumi, superata tale soglia si possono avere, in funzione della natura del terreno, effetti negativi. Valori superiori a 3 mS/cm sono estremamente pericolosi per gli agrumi in tutte le condizioni di coltivazione.

Le dotazioni in sostanza organica riportate sono adattate alle condizioni dell'Italia meridionale e, quindi, risultano sicuramente basse rispetto agli standard della SISS (1985).

Nelle tabelle 1 e 2 non sono state riportate indicazioni in merito ai valori ottimali di riferimento di altri elementi minori, per i quali si ha, peraltro qualche incertezza per tutte le colture. Infatti, in letteratura i vari Autori riportano valori spesso dissimili, anche in rapporto al metodo di analisi utilizzato. I metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (MiRAAF, 1994) considerano valori indicativi della concentrazione ottimale ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) in terreni non acidi per il Fe 10-40, per il Mn 5-20, per il Cu 1-5 e per lo Zn 0,5-2. Per il boro solubile in suoli a reazione neutra i valori indicati sono di 0,25-0,5  $\text{mg kg}^{-1}$  e per quelli tendenzialmente alcalini di 1  $\text{mg kg}^{-1}$ . Per il molibdeno assimilabile è indicato un valore medio di 0,2  $\text{mg kg}^{-1}$  (SISS, 1985). Per il cloro, elemento assai mobile nel terreno, Perelli (1987) riporta il valore critico di 10  $\text{mg kg}^{-1}$ . Infine, per il sodio, elemento estremamente pericoloso per gli agrumi soprattutto in determinate combinazioni d'innesto, il dato di valutazione più attendibile rimane quello rapportato alla CSC. Ma è bene anche riportare come soglia di pericolo valori del SAR (rapporto di assorbimento del sodio) superiori a 3 e di Na scambiabile superiore a 250  $\text{mg kg}^{-1}$ .

**Tabella 1.** Valori di riferimento per l'interpretazione delle analisi del terreno per alcuni dei principali parametri fisico-chimici

Parametro	Livello				
	<i>molto basso</i>	<i>basso</i>	<i>normale</i>	<i>alto</i>	<i>molto alto</i>
pH (suolo/acqua 1:2,5)	<5,5	5,5-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5
Calcare totale (% Ca CO <sub>3</sub> )	<2	2-10	11-20	21-40	>40
Calcare attivo (% CaCO <sub>3</sub> )	<1	1-4	5-9	5-10	>10
Conduc. elettrica (EC <sub>1,2</sub> ) (mS/cm)	<0,50	0,50-1,00	1,01-1,25	1,26-3,00	>3,00
C/N	<6	6-8	9-11	12-16	>16
C.S.C. (meq/100g)	<5	5-10	11-20	21-30	>30
Ca scambiabile (% C.S.C.)	<25	25-45	46-75	76-90	>90
Mg scambiabile (% C.S.C.)	<5	5-10	11-20	21-25	>25
K scambiabile (% C.S.C.)	<2	2-4	5-8	9-12	>12
Na scambiabile (% C.S.C.)	<1	1-2	3-9	10-15	>15
Ca/Mg (da valori in meq/100g)	<1	1-3	4-6	7-10	>10
K/Mg (da valori in meq/100g)	<0,01	0,10-0,15	0,16-0,35	0,36-0,60	>0,60
Mg/K (da valori in meq/100g)	<1,5	1,5-2,9	3,0-6,0	6,1-10,0	>10,0

(Fonte: modificata da Legaz et al., 1995)

**Tabella 2.** Valori di riferimento per l'interpretazione delle analisi del terreno in base a classi di tessitura per la sostanza organica (SO), l'azoto totale (N), il fosforo assimilabile (P), il potassio scambiabile (K), il magnesio scambiabile (Mg) e il calcio scambiabile (Ca)

Livello SO (%)					
Tessitura	<i>molto basso</i>	<i>basso</i>	<i>normale</i>	<i>alto</i>	<i>molto alto</i>
Sabbiosa <sup>1</sup>	< 0,40	0,41-0,80	0,81-1,50	1,51-2,00	>2,00
Franca	< 0,60	0,61-1,20	1,21-2,00	2,01-2,50	>2,50
Argillosa <sup>2</sup>	< 0,80	0,81-1,60	1,61-2,50	2,51-3,00	>3,00
Livello N (g/kg)					
	<i>molto basso</i>	<i>basso</i>	<i>normale</i>	<i>alto</i>	<i>molto alto</i>
Sabbiosa <sup>1</sup>	< 0,50	0,51-0,80	0,81-1,20	1,21-1,60	> 1,60
Franca	< 0,65	0,66-1,00	1,01-1,40	1,41-2,00	> 2,01
Argillosa <sup>2</sup>	< 0,80	0,81-1,20	1,21-1,60	1,61-2,20	> 2,20
Livello P (mg/kg) <sup>3</sup>					
	<i>molto basso</i>	<i>basso</i>	<i>normale</i>	<i>alto</i>	<i>molto alto</i>
Sabbiosa <sup>1</sup>	<5	5-10	11-20	21-30	>30
Franca	<8	8-15	16-25	26-40	>40
Argillosa <sup>2</sup>	<10	10-20	21-30	31-50	>50
Livello K (mg/kg) <sup>4</sup>					
	<i>molto basso</i>	<i>basso</i>	<i>normale</i>	<i>alto</i>	<i>molto alto</i>
Sabbiosa <sup>1</sup>	<50	51-80	81-150	151-250	>250
Franca	<75	76-100	101-250	251-350	>350
Argillosa <sup>2</sup>	<100	101-150	151-300	301-450	>450

<b>Livello Mg (mg/kg) <sup>4</sup></b>					
	<i>molto basso</i>	<i>basso</i>	<i>normale</i>	<i>alto</i>	<i>molto alto</i>
Sabbiosa <sup>1</sup>	<60	60-120	121-210	211-300	>300
Franca	<110	110-220	221-350	351-510	>510
Argillosa <sup>2</sup>	<145	145-280	281-450	451-650	>650
<b>Livello Ca (mg/kg) <sup>4</sup></b>					
	<i>molto basso</i>	<i>basso</i>	<i>normale</i>	<i>alto</i>	<i>molto alto</i>
Sabbiosa <sup>1</sup>	<800	800-1400	1401-1800	1801-2600	>2600
Franca	<1200	1200-2200	2201-2800	2801-3800	>3800
Argillosa <sup>2</sup>	<1600	1600-3000	3001-3800	3801-5200	>5200

<sup>1</sup> contenuto in sabbia > 60%; <sup>2</sup> contenuto in argilla > 35%; <sup>3</sup> metodo Olsen; <sup>4</sup> estratto con ammonio acetato

## 2.2. Norme per il campionamento delle foglie

### 2.2.1. Considerazioni generali

La diagnostica fogliare fornisce un'indicazione precisa sull'assorbimento da parte della pianta dei differenti elementi, giacché le foglie sono molto sensibili alle variazioni di composizione del mezzo nutritivo. Nelle foglie delle piante sempreverdi, oltre a importanti processi fisiologici (organizzazione del carbonio, respirazione, ecc.), si ha l'immagazzinamento di sostanze di riserva, in maggior misura rispetto alle radici e alla parte aerea legnosa. Inoltre, deve considerarsi un riferimento indispensabile per determinare in modo attendibile la quantità di elementi che, assimilati dalla pianta, sono di pronta mobilizzazione e utilizzo.

Tale meccanismo costituisce il ciclo interno degli elementi. Questo comportamento, proprio di tutte le piante a ciclo poliennale, rende parzialmente indipendente la fase vegetativa e riproduttiva dall'assorbimento degli elementi dal terreno. In conseguenza, in un determinato periodo del loro sviluppo, utilizzando precise tecniche di prelievo, di analisi e standard di riferimento, il livello raggiunto dagli elementi nutritivi nelle foglie può fornire una risposta ben precisa sullo stato nutrizionale delle piante. Altra importante funzione è la precoce diagnosi di condizioni di squilibrio, in particolare dei microelementi, non facilmente individuabili visivamente in situazioni di carenza iniziale (§ 4.3.).

Il contenuto in nutrienti presenti nelle foglie dipende da vari fattori: l'età, il tipo e la posizione della foglia, la combinazione nesto-portinnesto, la disponibilità di nutrienti del suolo, l'entità della produzione, lo stato fitosanitario, la funzionalità dell'apparato radicale, ecc. In considerazione delle numerose variabili che influenzano il livello dei singoli elementi nella pianta non sempre si ha una stretta correlazione fra disponibilità degli elementi nel terreno e stato nutrizionale fogliare.

L'interpretazione dell'analisi fogliare si realizza comparando i risultati ottenuti con i valori fogliari standard per ogni nutriente. A ogni concentrazione dell'elemento nelle foglie corrisponde un determinato stato nutrizionale (Tab. 3). Bisogna, comunque, considerare sia i rapporti di sinergismo o antagonismo fra gli elementi sia le tecniche colturali adottate. Ad esempio, un basso tenore nelle foglie di fosforo e/o di potassio può derivare da una ridotta disponibilità degli elementi nel suolo ma anche da un'eccessiva fertilizzazione azotata.

**Tabella 3.** Significato dei differenti livelli nutrizionali degli elementi

<b>Deficiente</b>	L'elemento è insufficiente per una normale attività vegetativa e produttiva delle piante. In queste condizioni si manifestano dei precisi sintomi a carico di tutta la pianta, in particolare di foglie e/o di frutti, che consentono di diagnosticare visivamente la carenza dell'elemento.
<b>Basso</b>	Le disponibilità dell'elemento sono limitate per una sua modesta presenza nel terreno o a causa di antagonismi che s'instaurano con altri elementi. A seconda del nutriente si possono avere ripercussioni negative sulla produzione. La sintomatologia non è molto evidente; proprio in questa fase la diagnostica fogliare può far risaltare uno stato pre-carenziale ancora facilmente correggibile.
<b>Ottimale</b>	Se l'elemento considerato, congiuntamente agli altri, si colloca in questa classe si hanno le migliori condizioni nutritive per un vigoroso sviluppo degli alberi e per un'ottima produzione.
<b>Alto</b>	L'elemento è presente in condizioni eccedenti il normale fabbisogno delle piante, per eccesso nel suolo o per disturbi metabolici dovuti a squilibri con altri elementi. Valgono le stesse considerazioni espresse per lo stato nutrizionale basso.
<b>Eccessivo</b>	Si hanno spesso fenomeni di tossicità per l'elevata presenza dell'elemento nell'albero. Il normale metabolismo della pianta è alterato causando riduzione nella produzione. In genere la sintomatologia è ben specifica.

### 2.2.2. Modalità operative di prelievo

Per determinare il numero di campioni da raccogliere in un agrumeto si considerano fattori discriminanti le diversità che si hanno a livello di terreno e di piante. In conseguenza, s'individuano "area o unità di campionamento", formate da parcelle omogenee per tessitura, fertilità, profondità del suolo, reazione, ecc., le cui piante devono essere uniformi per combinazione nesto-portinnesto, età, ecc., in modo da rappresentare le condizioni vegeto-produttive medie. Da ciascuna "area di campionamento" si deve ottenere un cam-

pione unico. Tra le piante selezionate occorre scartare quelle che presentano anomalie vegetative, alterazioni genetiche, sintomatologie di virosi (exocortice, psorosi, ecc.), attacchi parassitari, in particolare dell'apparato radicale (marciume del colletto, ecc.), e manifestazioni di carenze o di eccessi nutrizionali e clorosi superiori a quelle medie dell'unità di campionamento.

Anche in situazione di estrema omogeneità l'area di campionamento non deve superare i 4 ettari e il numero ottimale di alberi da campionare deve oscillare fra il 5 e il 10% del totale delle piante della parcella; maggiore è il numero di piante minore sarà la percentuale di alberi da cui prelevare le foglie. Come larga massima, il numero di alberi "campione" oscillerà tra 25 e 100 e il numero totale di foglie da prelevare sarà al massimo di 200.

La scelta degli alberi in seno all'unità di campionamento non deve eseguirsi in modo casuale e senza una ben determinata suddivisione della subparcella per evitare di concentrare il prelievo in poche aree e di non distribuire il campione adeguatamente su tutta la superficie. Seguendo un percorso più rigido, sia nel campionamento sistematico sia in quello non sistematico (Fig. 5), si incorre in minori errori, a vantaggio di una migliore rappresentatività del campione.

Con il campionamento sistematico si suddivide idealmente l'area d'indagine in quadrati formati da un numero variabile di alberi, in modo da ottenere la percentuale di campionamento precedentemente individuata. In seno ai quadrati si localizzano in modo puntiforme gli alberi da cui prelevare 4 foglie dai 4 punti cardinali. Questa tecnica si adatta a superfici inferiori ad un ettaro o di forma irregolare.

Con il campionamento non sistematico si individuano gli alberi lungo un percorso tracciato a X o a W e si campioneranno 1-2 foglie a destra e a sinistra delle piante che si incontrano lungo il percorso. Le due forme di prelievo si adattano a superfici regolari o di ampiezza superiore a un ettaro.

### 2.2.3. Epoca e tipo di foglia

Nel nostro ambiente le foglie vanno prelevate nel periodo compreso tra metà settembre e metà novembre, quando si è maggiormente stabilizzato il livello dei vari elementi e le oscillazioni nel tempo sono limitate. Non è conveniente effettuare il campionamento se non è trascorso circa un mese dall'ultima fertilizzazione.

In molte realtà agrumicole mondiali, come Argentina, Australia, Italia, Spagna e Stati Uniti, è generalmente accettato che debbano campionarsi foglie (Fig. 6) con un'età di circa 5-7 mesi raccolte da rametti terminali non fruttiferi (rametti vegetativi), cioè privi di frutti e di emissioni di ve-

getazione successive (Fig. 7), poste nella parte esterna della chioma e appartenenti al primo flusso vegetativo primaverile. Si possono prelevare la seconda, la terza o la quarta foglia del rametto (Fig. 8). Le foglie vanno prelevate a un'altezza da terra compresa tra 50 e 200 cm. In altri Paesi (Brasile, Israele, Marocco e Sud Africa) la metodologia utilizzata prevede il prelievo di foglie (Fig. 9) che provengono sempre da rametti appartenenti al primo flusso vegetativo primaverile ma con un frutto in posizione terminale (rametti fruttiferi). Il criterio dei rametti vegetativi offre maggiori vantaggi rispetto all'altro metodo:

- sono più abbondanti sulla pianta;
- sono meno soggetti al depauperamento di nutrienti dovuto alla vicinanza del frutto;
- gli alberi molto giovani o quelli con scarsa produzione presentano pochi rametti con frutto;
- sono quelli che sopporteranno la fioritura e la fruttificazione dell'anno successivo, pertanto forniscono una migliore stima delle riserve dell'albero.

Il principale inconveniente di questo criterio sta nella possibilità di confondere queste foglie con quelle degli altri flussi vegetativi. Però sono facilmente distinguibili in quanto le foglie della prima emissione primaverile (Fig. 10) sono più strette, appuntite e lanceolate. Le foglie della vegetazione di fine primavera inizio estate sono più rotondeggianti ma di colore e consistenza simile a quelle del primo flusso primaverile (Figg. 11-12), per cui sono più facilmente confondibili con quelle da campionare. La vegetazione di tarda estate è individuabile per la diversa consistenza, per la forma rotonda, ma soprattutto per un colore verde chiaro, tipico della vegetazione ancora giovane (Figg. 13-14). Anche quelle della vegetazione primaverile ma dell'anno precedente (Fig. 15) hanno forma lanceolata ma sono più spesse, con il profilo esterno necrotizzato e con evidenti sintomi di senescenza; uguali caratteristiche presentano le foglie vecchie ma di flussi successivi a quello primaverile.

Le foglie da campionare devono rappresentare lo stato nutritivo della pianta; non devono presentare sintomi di carenza superiori a quelle dell'albero da cui si preleva; non devono essere né troppo grandi né troppo piccole e non mostrare alterazioni, malformazioni o attacchi parassitari (Fig. 16).

#### 2.2.4. Operazioni successive al prelievo, trasporto e consegna

Le foglie raccolte devono essere, se bagnate asciugate con carta assorbente, poste in sacchetti di polietilene perforati, indicando l'esatta provenienza del campione. E' conveniente utilizzare per il trasporto un con-



tenitore refrigerato. Le foglie possono essere conservate in frigorifero a una temperatura di 3-4°C, per alcuni giorni. La refrigerazione riduce le perdite di sostanza secca e la conservazione nei sacchetti di polietilene evita il disseccamento delle foglie.

#### 2.2.5. Standard di riferimento

Diversi Autori (Embleton et al., 1973) per individuare gli standard di riferimento (Tab. 4) hanno operato sia su piante allevate in contenitori, utilizzando soluzioni fisiologiche, sia in pieno campo, sulle cv. "Washington navel" e "Valencia late", che rappresentano le varietà di arancio maggiormente diffuse a livello mondiale. Gli Autori considerano tali valori, con qualche eccezione per l'azoto, validi anche per il pompelmo e il limone.

Facendo riferimento a detti standard, presso l'Istituto Sperimentale per l'Agrumicoltura, è stato condotto un lavoro di verifica per le varietà più diffuse in Italia al fine di apportare le necessarie modifiche in funzione di quanto evidenziato dai dati sperimentali. Da questi studi scaturisce la piena validità, anche nell'ambiente pedo-climatico agrumicolo italiano, dei citati standard per le cultivar del gruppo navel, clementine e per la cv. "Valencia late" (Tab. 4).

I valori ottimali 2,40-2,69% s.s. per l'azoto, invece, risultano elevati (Tab. 5) per le vecchie linee delle cultivar "Tarocco", "Moro" e "Sanguinello", le quali già a livello 2,30-2,59% s.s. riescono a soddisfare bene ogni esigenza vegeto-produttiva, mentre per gli altri elementi si rileva una buona rispondenza. Differenze ancora più marcate si riscontrano a carico della nutrizione azotata del "Tarocco" nucellare il quale raggiunge già a 2,00-2,29% s.s. l'ottimalità per l'N; per il P e il K si arriva all'ottimalità con valori leggermente inferiori, tali, però, da non compromettere la validità dei citati standard. Anche per le varietà italiane di limone, pur nelle diversità fra le cultivar, e per il bergamotto si rileva un livello azotato ottimale inferiore rispetto agli standard statunitensi validi per l'arancio, mentre si ha un sostanziale accordo per ciò che riguarda gli altri elementi (Tab. 5).

Risulterebbe, comunque, opportuno effettuare adeguati studi per definire gli standard nutrizionali per le cultivar di recente costituzione e introduzione o per aree climatiche particolari. Infatti, da esperienze maturate in Sud Africa (Du Plessis e Koen, 1996) è emerso come il clima gioca un importante ruolo nella resa e soprattutto nella dimensione dei frutti di "Valencia late", per cui sono stati definiti standard di riferimento differenti in funzione delle caratteristiche climatiche. Le zone più calde, che producono normalmente frutti più grandi, richiedono generalmente più azoto e meno potassio rispetto alle aree più fredde, con frutti di pez-

zatura più piccola, dove occorre ridurre l'azoto ed elevare il contenuto di potassio delle foglie.

Tabella 4. Valori di riferimento per la diagnosi dello stato nutrizionale dell'arancio

Elemento	Classi nutrizionali *				
	<i>deficiente</i>	<i>basso</i>	<i>ottimale</i>	<i>alto</i>	<i>eccessivo</i>
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 et al., 1973)

Tabella 5. Possibili 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 *				
	<i>deficiente</i>	<i>basso</i>	<i>ottimale</i>	<i>alto</i>	<i>eccessivo</i>
Arancio					
Tarocco, Moro, Sanguinello	<2,10	2,10-2,29	2,30-2,59	2,60-2,70	>2,70
Tarocco nucellare	<1,80	1,80-1,99	2,00-2,29	2,30-2,40	>2,40
Limone	<2,00	2,00-2,19	2,20-2,49	2,50-2,60	>2,60
Bergamotto	<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, 1999a)

### 2.3. Norme per il campionamento dell'acqua irrigua

#### 2.3.1. Considerazioni generali

Gli agrumi, piante originarie dei climi tropicali, sono estremamente sensibili a ogni irregolarità nel bilancio idrico. Nelle aree agrumi-

cole italiane le piogge sono insufficienti e mal distribuite durante l'anno e possono considerarsi pressoché nulle per il bilancio idrico del terreno nel periodo giugno-agosto, quando le esigenze idriche delle piante sono molto elevate. L'irrigazione risulta, quindi, indispensabile per la sopravvivenza delle piante, mentre una sua corretta gestione assume un ruolo determinante per il raggiungimento di un buon equilibrio vegeto-produttivo e un elevato livello qualitativo dei frutti.

La qualità dell'acqua è un altro fattore da considerare con estrema cautela nella gestione culturale degli agrumi. L'acqua d'irrigazione può influenzare la nutrizione per la presenza di elementi nutritivi in soluzione ma è soprattutto la presenza di ioni fitotossici da valutare attentamente, non solo per gli effetti negativi sulla pianta ma anche a livello del suolo. L'eccesso di salinità delle acque è uno dei fattori limitanti la messa a coltura degli agrumi in molte regioni agrumicole del mondo, specialmente nelle zone costiere.

In alcune situazioni, il livello alto di nitrati nelle acque deve essere preso in considerazione come fonte di azoto. In generale, gli apporti sono di ridotta entità, ma in condizioni d'inquinamento delle falde possono superare, nell'intera stagione irrigua, i 100 kg/ha di N. Anche i cationi calcio, potassio e magnesio, quando sono in concentrazioni elevate nelle acque, devono essere considerati nella definizione dei piani di fertilizzazione.

Fra gli elementi tossici per gli agrumi presenti nelle acque d'irrigazione si devono valutare il sodio, il cloro, il boro e il litio.

Per eccessi di salinità le piante mostrano inizialmente sintomi simili a quelli derivanti dalla scarsa disponibilità di acqua nel terreno e soffrono sia per l'elevato accumulo di ioni nei tessuti sia per un minore assorbimento di alcuni elementi. Il sodio, in particolare, ha effetti negativi anche su alcune caratteristiche del suolo. La tossicità da cloro si manifesta con clorosi fogliari a partire dall'apice e con lievissime bruciature marginali (Fig. 17); i primi sintomi cominciano a comparire quando i contenuti fogliari sono intorno a 0,6%. Nei casi di utilizzo di acque saline tale manifestazione è meno frequente per il contemporaneo aumento del sodio la cui sintomatologia di eccesso si evidenzia quando i valori fogliari superano lo 0,20% con bruciature più o meno evidenti dell'apice e del margine delle foglie (Fig. 18).

In queste condizioni, a livello fogliare si assiste a una riduzione del calcio e, in modo più sensibile, del potassio. Si manifestano sintomi di decadimento delle attività vegeto-produttive delle piante con livelli fogliari superiori a 200 mg/kg di boro, con differenti sintomatologie in funzione della

cole italiane le piogge sono insufficienti e mal distribuite durante l'anno e possono considerarsi pressoché nulle per il bilancio idrico del terreno nel periodo giugno-agosto, quando le esigenze idriche delle piante sono molto elevate. L'irrigazione risulta, quindi, indispensabile per la sopravvivenza delle piante, mentre una sua corretta gestione assume un ruolo determinante per il raggiungimento di un buon equilibrio vegeto-produttivo e un elevato livello qualitativo dei frutti.

La qualità dell'acqua è un altro fattore da considerare con estrema cautela nella gestione colturale degli agrumi. L'acqua d'irrigazione può influenzare la nutrizione per la presenza di elementi nutritivi in soluzione ma è soprattutto la presenza di ioni fitotossici da valutare attentamente, non solo per gli effetti negativi sulla pianta ma anche a livello del suolo. L'eccesso di salinità delle acque è uno dei fattori limitanti la messa a coltura degli agrumi in molte regioni agrumicole del mondo, specialmente nelle zone costiere.

In alcune situazioni, il livello alto di nitrati nelle acque deve essere preso in considerazione come fonte di azoto. In generale, gli apporti sono di ridotta entità, ma in condizioni d'inquinamento delle falde possono superare, nell'intera stagione irrigua, i 100 kg/ha di N. Anche i cationi calcio, potassio e magnesio, quando sono in concentrazioni elevate nelle acque, devono essere considerati nella definizione dei piani di fertilizzazione.

Fra gli elementi tossici per gli agrumi presenti nelle acque d'irrigazione si devono valutare il sodio, il cloro, il boro e il litio.

Per eccessi di salinità le piante mostrano inizialmente sintomi simili a quelli derivanti dalla scarsa disponibilità di acqua nel terreno e soffrono sia per l'elevato accumulo di ioni nei tessuti sia per un minore assorbimento di alcuni elementi. Il sodio, in particolare, ha effetti negativi anche su alcune caratteristiche del suolo. La tossicità da cloro si manifesta con clorosi fogliari a partire dall'apice e con lievissime bruciature marginali (Fig. 17); i primi sintomi cominciano a comparire quando i contenuti fogliari sono intorno a 0,6%. Nei casi di utilizzo di acque saline tale manifestazione è meno frequente per il contemporaneo aumento del sodio la cui sintomatologia di eccesso si evidenzia quando i valori fogliari superano lo 0,20% con bruciature più o meno evidenti dell'apice e del margine delle foglie (Fig. 18).

In queste condizioni, a livello fogliare si assiste a una riduzione del calcio e, in modo più sensibile, del potassio. Si manifestano sintomi di decadimento delle attività vegeto-produttive delle piante con livelli fogliari superiori a 200 mg/kg di boro, con differenti sintomatologie in funzione della

specie (Figg. 19-20), che si evidenziano maggiormente con l'aumentare dell'età della pianta. Tali sintomatologie, specialmente nel caso del cloro, sono associate a una caduta di foglie la cui gravità è correlata al livello di tossicità ed è più intensa nella parte della pianta orientata a sud. Per il litio in Italia sono stati riscontrati solo sporadici casi di tossicità in pieno campo.

Il limone si dimostra più sensibile alla salinità, seguito nell'ordine dal mandarino, dall'arancio e dal pompelmo.

La tolleranza ai sopradetti elementi varia anche con il portinnesto: l'arancio amaro può considerarsi mediamente tollerante, specialmente per il cloro, mentre il *Poncirus trifoliata*, sensibilissimo al cloro, resiste bene agli alti livelli di sodio.

Le piogge invernali sono di estrema importanza per la lisciviazione dei sali apportati con l'acqua irrigua con caratteristiche qualitative non ottimali, mentre hanno limitato effetto nel caso di salinità costituzionale dei suoli. L'uso d'acqua qualitativamente non buona è condizionato dalla tessitura del terreno, dal portinnesto e dalla specie, dalla disponibilità, dalla frequenza, dai metodi di distribuzione irrigui e dalla piovosità della zona.

Nel terreno a seguito di apporti salini possono aver luogo scambi di basi con variazione del contenuto percentuale di sodio di scambio, formazione di carbonati (talvolta di sodio) con rischi di alcalinizzazione del terreno, variazioni nella reazione, danni alla struttura e alla permeabilità, disturbi al regolare ciclo biologico dei microrganismi e riduzione dell'assimilabilità dei microelementi. L'acqua per uso irriguo può provenire da fiumi, laghi, sorgenti o pozzi. Le acque sotterranee e di sorgente, in rapporto alla natura del terreno attraversato, portano in soluzione qualità e quantità di sali differenti. Quelle superficiali perdono buona parte dei bicarbonati durante il loro percorso per trasformazione in carbonati insolubili ma portano, in genere, percentuali più alte di materiale sospeso.

### 2.3.2. Modalità di prelievo

Il prelievo di un campione d'acqua rappresentativo avviene in maniera differente per una fonte idrica di superficie o per un acquifero sotterraneo. Nel primo caso si deve prelevare dalla zona centrale a 50 cm dalla superficie, nel secondo occorre attendere almeno 30 minuti di funzionamento della pompa prima di prelevare il campione.

In genere, è sufficiente prelevare 1 litro di acqua e porla in un recipiente pulito di vetro, preferibilmente di colore scuro, o di plastica.

---

### 2.3.3. Valori di riferimento

Nell'acqua irrigua la salinità totale (Tab. 6), che viene espressa in mg/l o come conduttività elettrica (ECw) in mS/cm, è determinata dal Ca, Mg, K e Na (come bicarbonati, cloruri e solfati) e più raramente dal B e Li.

Acque con ECw inferiore a 0,75 mS/cm sono utilizzabili nella maggioranza delle condizioni di campo; con livelli compresi fra 0,75 e 3,0 solo in terreni a matrice sabbiosa, in climi con piovosità invernale elevata e con portinnesti resistenti; sono da scartare per l'irrigazione degli agrumi le acque che superano i 3,0 mS/cm o con salinità totale superiore ai 2000 mg/l.

Assume un significato importante il rapporto di assorbimento del Na (SAR), controilanciato dal Ca e Mg, per il pericolo di alcalinizzazione dei suoli e il conseguente effetto distruttivo sulla struttura.

Valori di SAR superiori a 9 indicano pericolo di alcalinizzazione per tutti i terreni. Per controilanciare gli effetti negativi del Na si può ricorrere a correzioni con gesso o con zolfo in terreni calcarei.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

I bicarbonati possono provocare nel terreno precipitazioni di Ca e di Mg con conseguente aumento del Na e del B. Un eccessivo livello di bicarbonati può provocare otturazione degli erogatori nei sistemi a microirrigazione per precipitazione dei carbonati.

I valori ottimali degli indici di qualità delle acque devono considerarsi ancora più bassi qualora il sistema irriguo bagna la chioma degli alberi.

Le acque con salinità particolarmente bassa, caso poco frequente nell'agrumicoltura italiana, possono allontanare il Ca dagli orizzonti superficiali.

Tabella 6. Valori di riferimento per l'interpretazione delle analisi delle acque irrigue

Parametro	Unità di misura	Limitazione all'uso		
		Nessuna	Parziale	Totale
Conduc. elettrica (ECW)	mS/cm	< 0,75	0,75 - 3,0	> 3,0
Sali solubili totali	mg/l	< 600	600 - 2000	> 2000
Solfati (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	< 1000	1000 - 2000	> 2000
Cloruri (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	< 177	177 - 355	> 355
	meq/l	< 5	5 - 10	> 10
Sodio (Na <sup>+</sup> )	SAR	< 3	3 - 9	> 9
Boro (B)	mg/l	< 0,5	0,5 - 2	> 2
Bicarbonati	meq/l	< 1,5	1,5 - 8,5	> 8,5
Nitrati (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	< 15	15 - 50	> 50

## 2.4. Norme per il campionamento dei frutti

### 2.4.1. Considerazioni generali

Le procedure per qualificare un prodotto ortofrutticolo sono state indicate in vari modi ma tutte hanno in comune il tentativo di rendere imparziale il concetto di qualità.

Si possono individuare almeno tre fasi nelle quali effettuare il controllo di qualità dei frutti:

- in azienda - per seguire l'evoluzione della maturazione e individuare il momento ottimale per la raccolta; per valutare la qualità della produzione in relazione agli interventi nutrizionali; per definire, in comprensori più o meno ampi, la vocazionalità di cultivar o selezioni, soprattutto di recente introduzione o costituzione;

- nei magazzini di lavorazione - per valutare come i sistemi di conservazione e condizionamento possono alterare nel tempo la qualità igienico-sanitaria e sensoriale (sapore, odore, ecc.) dei frutti;

- nella fase di distribuzione - per valutare la shelf-life del prodotto e il grado di soddisfazione dei consumatori.

Si possono individuare diverse tipologie analitiche e livelli di approfondimento, in relazione allo scopo per cui si effettuano le analisi (Tab. 7).

I metodi di valutazione della qualità dei frutti di agrume possono essere fisici, chimici e sensoriali.

I metodi fisici comprendono le misure e i rilievi del peso medio, della forma, intesa come diametro equatoriale (Fig. 21) e longitudinale, della consistenza del frutto (Fig. 22), dello spessore della buccia (Fig. 23), della resa in succo, del colore della buccia e della polpa. Alcuni di questi parametri, come forma, dimensione e colore, insieme alle modalità di confezionamento, sono oggi utilizzati per la classificazione mercantile del prodotto.

Le valutazioni chimiche più semplici consistono nella determinazione del tenore di zuccheri o solidi solubili totali (mediante rifrattometro) e dell'acidità totale (Fig. 24). Dal valore del rapporto tra questi due parametri è possibile trarre utili indicazioni sul livello di maturazione raggiunto dai frutti.

I più importanti parametri nutrizionali determinabili in un alimento sono le calorie, le proteine, i lipidi, le vitamine e gli elementi minerali. La conoscenza delle caratteristiche nutrizionali orienta sempre più i consumatori nella scelta del prodotto e contribuisce in maniera determinante alla definizione della qualità dei frutti degli agrumi. Per gli agrumi solo alcu-

ni dei suddetti parametri rivestono un ruolo importante, infatti, sia le proteine sia i lipidi danno un contributo trascurabile nella definizione del valore nutrizionale, essendo presenti in concentrazione molto basse. Al contrario, le calorie (riconducibili principalmente al contenuto di zuccheri), le vitamine e gli elementi minerali assumono un significato importante, anche alla luce delle più aggiornate esigenze nutrizionali dei consumatori, che scelgono gli agrumi in quanto gradevoli e ricchi di vitamine. Sono presenti anche altre sostanze (flavonoidi, carotenoidi, pectine, limonoidi-glicosidi) che, pur non contribuendo alle proprietà sensoriali, esercitano un effetto benefico per la salute (§ 4.4.).

Tabella 7. Parametri di qualità dei frutti da determinare nei differenti segmenti della filiera agrumicola

Campo	Magazzino	Distribuzione
Epoca di maturazione:	Prima e dopo il trattamento di: conservazione e condizionamento	Controlli sui prodotti e sui processi:
PM, CS, CC, CO, S, A, SA	PM, CS, CO, S, A, SA, RF	PM, CS, CO, S, A, SA,RF, VN, AS
Razionalizzazione dei piani di fertilizzazione:		
PM, CS, SB, CC, RS, S, A SA, MM*		
Studi comprensoriali e di vocazionalità:		
PM, CS, SB, CC, RS, S, A, SA, DE, DL, RD, AS, AT		

Legenda: A = acidità totale; AS = analisi sensoriale; AT = antocianine (solo per le cultivar pigmentate); CC = colonna carpellare; CO = colore; CS = consistenza; DE = diametro equatoriale; DL = diametro longitudinale; MM = macro e microelementi; PM = peso medio; RD = rapporto DE/DL; RF = residui di fitofarmaci; RS = resa in succo; S = solidi solubili totali; SA = rapporto S/A; SB = spessore buccia; VN = valori nutrizionali.\* = determinati nel succo e nel frutto intero.

Infine, l'analisi degli elementi minerali (macro e microelementi) presenti nel frutto e in particolare nel succo, oltre a qualificare il prodotto dal punto di vista nutritivo, è stata proposta quale metodo d'indagine per la valutazione dello stato nutrizionale degli agrumi.

Un'altra classe di composti rilevabile attraverso analisi chimiche sono i residui dei fitofarmaci, utilizzati nei trattamenti pre o post-raccolta. L'uso e il livello di un particolare principio attivo nei frutti sono regolati da una normativa che ne fissa i limiti d'impiego, i livelli massimi tollerati e gli intervalli di sicurezza (D.M. 09/08/1995; D.M. 12/08/1995).

Infine, le valutazioni sensoriali (aspetto, colore, gusto, aroma e consistenza alla masticazione) stanno assumendo un'importanza prioritaria,



in quanto, il grado di soddisfazione del consumatore orienta la scelta del prodotto, condizionandone il successo sul mercato. Risulta, pertanto, indispensabile affiancare all'analisi chimico-fisica del prodotto un test sensoriale, da effettuare su un campione rappresentativo di consumatori o in laboratorio utilizzando un gruppo di assaggiatori (panel), opportunamente addestrati a percepire i singoli attributi organolettici.

**Tabella 8.** Valori di riferimento per l'interpretazione dell'analisi qualitativa dei frutti delle principali varietà di arancio e del gruppo mandarini

Varietà	Resa in succo <sup>1</sup> valore minimo (%)	Spessore buccia valore massimo (mm)	Solidi totali <sup>2</sup> (SS) valore minimo (%)	Acidità totale <sup>3</sup> (AT) valore massimo (g/100 ml)	SS / AT valore minimo	Vitamina C valore medio (mg/100 ml)
Tarocco	40	6	10	1,4	7	50-60
Moro	35	6	10	1,5	6,5	45-55
Sanguinello	40	6	10	1,4	7	45-55
Navelina	35	6	10	1,2	8	40-50
W. navel	35	6	10	1,2	8	40-50
Valencia late	40	6	12	1,2	10	40-50
Mandarino	35	4	10	1,5	8	40-45
Avana e Tardivo di Ciaculli						
Clementine Comune	35	4	10	1,5	8	45-50

<sup>1</sup> determinata mediante spremiagrumi elettrico da laboratorio

<sup>2</sup> determinati mediante rifrattometro

<sup>3</sup> espressa come acido citrico anidro

#### 2.4.2. Modalità di prelievo

Le modalità di prelievo del campione di frutti su cui eseguire le analisi chimico-fisiche e sensoriali possono essere differenti a seconda del segmento di filiera considerato.

Nella fase di produzione, la metodologia di campionamento da adottare in campo segue gli stessi criteri del prelievo delle foglie (Fig. 5). Individuata l'area da campionare si scelgono le piante (circa 50) lungo la direttrice da percorrere a W o a X e su questa si effettua il prelievo, scegliendo i frutti della fascia mediana degli alberi; un tale percorso consente una raccolta uniforme da tutte le esposizioni. Come nel caso dei prelievi fogliari, può adottarsi la tecnica della suddivisione puntiforme a quadrato, più adatta a superfici più piccole e di forma irregolare, ma campionando da tutte le esposizioni della chioma. Il numero di frutti consigliato per campione

non deve essere inferiore a 50 unità, nel caso l'analisi qualitativa comprenda determinazioni fisiche, chimiche e organolettiche. Quando si vuole determinare il livello di maturazione per procedere alla raccolta l'ampiezza del campione può essere ridotta.

Nei magazzini di lavorazione, dove i frutti arrivano dagli agrumi in cassette e sono divisi per specie, cultivar e provenienza, vengono campionati prima di essere trattati (lavati, spazzolati e incerati) o conservati. Il campionamento viene effettuato sulla stessa "partita" prelevando un minimo di 50 frutti da diverse cassette. Un secondo controllo analitico, adottando la stessa metodologia di campionamento, deve essere effettuato dopo la fase di conservazione e comunque prima della spedizione del prodotto verso i mercati.

Nella fase di distribuzione, dove i frutti della medesima varietà sono offerti al consumatore già segmentati in differenti categorie merceologiche, i prelievi vanno eseguiti dai diversi imballaggi contenenti un'unica "partita" di frutta, della stessa provenienza.

#### 2.4.3. Valori di riferimento

I criteri attuali di valutazione della qualità dei frutti di agrume, in particolare delle arance, dei mandarini e mandarino-simili, destinati alla commercializzazione prendono in considerazione solo alcuni dei parametri sopra citati. Oltre ai caratteri esterni dei frutti (forma, calibro, colore, ecc.), vengono valutati i due componenti del frutto più rappresentativi: gli zuccheri (solidi solubili totali) e gli acidi (acidità totale). Il rapporto fra i solidi solubili totali e l'acidità totale (SS/AT), definito anche indice di maturazione, costituisce un altro importante parametro utilizzato per la selezione qualitativa degli agrumi.

Diverse ricerche hanno dimostrato che esiste una stretta correlazione fra il rapporto SS/AT e il giudizio espresso dai consumatori. Quando il valore di SS/AT è superiore a 6,6 il frutto è definito buono; fra 6,6 e 6,2 è considerato mangiabile; al di sotto di 6,2 il frutto non è accettabile. Tuttavia, è da considerare che esistono delle caratteristiche peculiari per ogni specie e cultivar di agrumi (differenti contenuti in zuccheri e acidi organici) che non permettono di uniformare i valori del rapporto SS/AT o di altri parametri qualitativi; si rende necessario, pertanto, attribuire a ogni singola specie o cultivar dei valori differenziati. Nella tabella 8 sono riportati i valori di riferimento di alcuni parametri di qualità dei frutti riferiti alle principali cultivar di arancio e del gruppo mandarini coltivate in Italia.

---

Sono attualmente in corso ricerche per individuare nuovi indici di qualità per gli agrumi che siano più strettamente legati alle proprietà sensoriali dei frutti. Una di queste prende in considerazione l'evoluzione di alcuni componenti dell'aroma del succo durante la maturazione mentre un'altra fa riferimento al contenuto di acidi idrossicinnamici del succo, i quali per effetto dei trattamenti tecnologici (sverdimento e conservazione) possono decarbossilarsi dando origine a vinilfenoli, sostanze maleodoranti che alterano le qualità sensoriali dei frutti.

### **3. Conclusioni**

In agrumicoltura, come nella gestione di altre attività agricole, non si deve mai sottovalutare la presenza di adeguate competenze tecniche, sia al momento delle scelte che precedono l'impianto, sia durante le fasi colturali dell'intera vita dell'arboreto, per evitare insuccessi tecnici che potranno tramutarsi in perdite economiche per l'azienda e, in alcuni casi, interferire negativamente sull'ambiente.

In particolare, per ciò che concerne la nutrizione degli agrumi, dalle informazioni analitiche acquisite (terreno, foglie, frutti e acque) e dalla loro corretta interpretazione possono scaturire indicazioni che, completate da attente valutazioni sulle modalità di gestione agronomica dell'impianto, consentono di formulare un oculato piano di fertilizzazione.

E' importante rilevare che tale piano, anche se ben realizzato, come tutti gli strumenti di programmazione, fornisce indicazioni che necessitano di una verifica costante, che dovrà essere necessariamente realizzata in campo durante lo svolgimento del ciclo biologico-produttivo della coltura.

Questo al fine di apportare eventuali aggiustamenti che si rendessero necessari qualora le condizioni generali di coltivazione si allontanino da quelle previste. Si deve, quindi, diffidare delle soluzioni «chiavi in mano» che propongono ben definiti interventi fertilizzanti, sulla base delle sole interpretazioni analitiche con un meccanismo di tipo contabile e senza nessun collegamento successivo con la realtà produttiva.

In definitiva, va enfatizzato il concetto che nella moderna agricoltura il disporre di indagini analitiche precise ed esaustive non deve escludere l'intervento di tecnici preparati e responsabili.

---

## **4. Approfondimenti**

### **4.1. Stato nutrizionale e redditività della coltura**

In molti casi gli agrumi possono sopportare sintomi lievi di carenza o di eccesso nutritivo senza che ciò abbia influenza sulla redditività della coltura. È da sottolineare che mantenere qualche elemento in condizione poco ottimale può favorire indesiderati squilibri nutrizionali, pericolosi per l'intero assetto produttivo delle piante.

Le richieste di mercato possono, quindi, condizionare la gestione della fertilizzazione. Embleton et al., (1996) riporta alcuni casi pratici per i quali è stato corretto deviare dalle linee guida per ottenere un maggior beneficio economico.

Una coltivazione di arancio cv. "Valencia late", situata in un microclima favorevole a una maturazione precoce, presentava un valore fogliare carente in potassio. Questa carenza consentiva, tuttavia, di ottenere frutti a maturazione più precoce e con pezzatura inferiore, destinati a un mercato che richiedeva una produzione con tali caratteristiche. Successivamente le condizioni di mercato cambiarono, imponendo un adeguamento dei valori nutritivi del potassio per orientare la produzione verso frutti più grandi e a maturazione più tardiva.

Un impianto di arancio cv. "Washington navel" presentava valori fogliari bassi d'azoto, una lieve deficienza di zinco (rilevabile visivamente dalla sintomatologia fogliare), una contenuta resa ma una pezzatura dei frutti elevata. Il beneficio economico era in ogni modo adeguato, in quanto i frutti di grande dimensione erano richiesti dal mercato. Risultava, quindi, conveniente non correggere la carenza di zinco e non intervenire incrementando la concimazione azotata.

Un agrumeto di "Valencia late" presentava una bassa redditività economica determinata dall'alternanza di produzione; nelle annate di carica i frutti erano piccoli e affetti da incrinatura dell'albedo. La diagnostica fogliare mostrava bassi livelli di potassio e alti livelli di azoto, mantenuti tali per evitare un accumulo di boro nelle foglie a causa dell'elevato livello di questo microelemento nell'acqua di irrigazione. Oltre a intervenire sulla concimazione riducendo gli apporti azotati e incrementando quelli potassici occorre, comunque, ottimizzare la pratica irrigua e intervenire anche sulla potatura al fine di ridurre il creasing e aumentare la pezzatura dei frutti.

In un impianto di limone, per ottenere una maggiore dimensione dei frutti occorre ridurre il livello di azoto nelle foglie deviando dai li-

velli standard ottimali. Per evitare effetti indesiderati era, però, necessario seguire la tendenza negli anni dei contenuti degli elementi nelle foglie, della resa e della qualità dei frutti.

#### 4.2. Tipologie di fertilizzanti e modalità d'impiego

Per la fertilizzazione dei suoli, è possibile fare ricorso o ai fertilizzanti propriamente detti (previsti e descritti da un'apposita normativa, la Legge n. 748 del 1984), oppure alle biomasse residue dalle attività produttive (agricole, industriali, ecc.) e dagli insediamenti abitativi.

##### 4.2.1. Fertilizzanti propriamente detti

Si può definire fertilizzante una qualsiasi sostanza che, per il suo contenuto in elementi nutritivi, oppure per le sue peculiari caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche contribuisce al miglioramento della fertilità del terreno agrario oppure al nutrimento delle specie vegetali coltivate o, comunque, ad un loro migliore sviluppo.

I fertilizzanti possono essere a loro volta classificati in ammendanti, correttivi e concimi.

##### a. Ammendanti e correttivi

Per ammendante e correttivo s'intende ogni sostanza in grado di modificare e migliorare le caratteristiche fisiche, chimiche, biologiche e meccaniche del terreno attraverso i seguenti meccanismi:

- agendo sulla struttura del suolo;
- favorendo, nel terreno, le trasformazioni da cui dipendono le disponibilità degli elementi nutritivi;
- fornendo energia per i microrganismi del suolo.

Le dosi da apportare

Un ammendante per poter svolgere la sua azione deve essere apportato al terreno in quantità ingenti, nell'ordine delle decine di tonnellate per ettaro.

Quest'affermazione trova facile giustificazione nella considerazione che nello strato lavorato (circa 40 cm) di un ettaro di suolo agrario sono contenute dai 500 ai 1500 quintali di sostanza organica.

---

In passato, un tipico ruolo ammendante veniva svolto dal letame che era, appunto, somministrato in dosi di almeno 500 q/ha; questa pratica, ancor oggi validissima dal punto di vista tecnico, risulta sovente impraticabile per l'impossibilità di reperire tale materiale.

Le attuali disponibilità di ammendanti

Attualmente sono disponibili sul mercato diverse tipologie di ammendanti di preparazione industriale (letame, vermicompost da letame, torba, leonardite, ammendanti compostati, ecc.), il loro costo di acquisto e di distribuzione in campo risulta essere il principale fattore che limita il loro impiego.

Gli ammendanti compostati

Attualmente sembra che l'unica via che permette di utilizzare quantità significative di materiali organici per la fertilizzazione dei terreni sia il riciclo con produzione di compost a composizione nota e controllata.

Obiettivi del compostaggio

È la pratica di trasformazione dei residui organici che consente, simultaneamente e con la massima celerità, di :

- abbattere la fermentescibilità (stabilizzazione) e innescare i processi di formazione di sostanze umi-simili;
- ottenere l'igienizzazione dei materiali trattati, eliminando o riducendo significativamente il contenuto di organismi patogeni per l'uomo, gli animali e le colture;
- rendere più facile la gestione colturale (movimentazione e distribuzione).

Da un punto di vista biologico, il compostaggio è un processo di trasformazione che avviene in presenza di ossigeno (aerobico) e che sviluppa calore. Gli attori principali del compostaggio sono i microrganismi, generalmente già presenti in misura sufficiente negli scarti e nell'ambiente circostante, che vanno messi tuttavia nelle condizioni ideali per trasformare le componenti organiche contestualmente riprodursi, accelerando i processi.

Normativa

La normativa sui fertilizzanti (Legge n.748 del 1984) definisce tre tipologie di ammendanti compostati:

- ammendante compostato verde - è prodotto a partire da materiali d'origine vegetale (scarti della manutenzione del verde, residui delle

culture, ecc.) con esclusione delle alghe e di altre piante marine;

- ammendante compostato misto - può essere prodotto a partire dai materiali utilizzabili per l'ammendante compostato verde e anche dai rifiuti di origine animale, delle deiezioni degli allevamenti, dai residui delle attività agroindustriali, dalla frazione organica dei residui solidi urbani (solo se separata all'origine) e, in misura limitata, dai fanghi di depurazione;

- ammendante torboso composto - è prodotto per miscela di torba con l'ammendante compostato misto.

La Legge, oltre ai materiali che possono essere usati per la formulazione, definisce anche una serie di parametri di qualità che i produttori di ammendanti compostati devono rispettare. Tra i parametri più importanti si annoverano il contenuto di carbonio totale (sostanza organica), il contenuto di sostanze umiche ed il contenuto di alcuni elementi nutritivi (N, P, K, Cu e Zn).

Inoltre, la normativa impone un contenuto massimo ammissibile di metalli pesanti, di materiali inerti e di microrganismi indesiderati.

#### Epoca e modalità di apporto degli ammendanti

Per le coltivazioni arboree, gli interventi ammendanti sono molto importanti al momento dell'impianto. Successivamente, interventi con cadenza anche frequente e con quantità più limitate, in relazione alle condizioni pedoclimatiche ed ai tassi di distruzione della sostanza organica, sono sempre consigliabili.

Dopo lo spargimento, questi fertilizzanti dovranno essere interrati uniformemente in modo che gli effetti favorevoli siano i maggiori possibili e che i processi di mineralizzazione/umificazione possano cominciare.

#### Precauzioni necessarie nell'uso degli ammendanti

E' necessario sottolineare che, anche se gli ammendanti organici vengono utilizzati prioritariamente per migliorare le caratteristiche chimiche generali e fisico-meccaniche dei suoli, con l'impiego di questi fertilizzanti si realizza anche un apporto al suolo di elementi nutritivi.

Questi sono presenti in forma organica e si rendono disponibili per le colture solo a seguito del processo di mineralizzazione.

Pertanto, nella definizione dei piani di fertilizzazione, sarà necessario tenere conto, anche, della quota degli elementi nutritivi che derivano dall'ammendante e che devono essere sottratti dalla dose di concimazione totale.

## **b. Concimi**

Si definisce concime qualsiasi sostanza idonea a fornire alle colture l'elemento o gli elementi chimici della fertilità necessari per lo svolgimento del ciclo vegetativo e produttivo e il cui impiego viene effettuato per apportare al terreno elementi nutritivi.

Vengono classificati in: concimi minerali; concimi organici; concimi organo-minerali.

### **Concimi minerali**

Semplici - sono prodotti, naturali o sintetici, che contengono, espressamente dichiarato, uno solo degli elementi chimici principali della fertilità (N, P e K). Si distinguono in:

- concimi minerali azotati semplici (es. nitrato di calcio);
- concimi minerali fosfatici semplici (es. perfosfato semplice);
- concimi minerali potassici semplici (es. solfato di potassio).

Composti - sono prodotti, naturali o sintetici, che contengono, espressamente dichiarati e opportunamente miscelati o combinati secondo vari rapporti, due o più elementi chimici principali della fertilità (N, P, K). Si distinguono in:

- concimi minerali composti NP;
- concimi minerali composti NK;
- concimi minerali composti PK;
- concimi minerali composti NPK.

A base di elementi secondari - sono prodotti, naturali o sintetici, che contengono espressamente dichiarato uno degli elementi secondari: calcio, magnesio, sodio o zolfo.

A base di microelementi (oligoelementi) - sono prodotti, naturali o sintetici, che contengono espressamente dichiarato uno o più microelementi: boro, cobalto, rame, ferro, manganese, molibdeno o zinco.

### **Concimi organici**

Sono prodotti formati da composti organici del carbonio di origine biologica (animale o vegetale), legato chimicamente in forma covalente ad elementi principali della fertilità (azoto e fosforo). Si distinguono in:

---



- concimi organici azotati (sangue secco, farina di carne, ecc.);
- concimi organici NP (guano, pollina essiccata, ecc.).

L'impiego dei concimi organici comporta diversi vantaggi:

- capacità di rilasciare con gradualità, a seguito del processo di mineralizzazione, gli elementi nutritivi, per cui la disponibilità dei nutrienti nel suolo risulta più compatibile con le esigenze delle colture;

- non si osservano nel terreno "picchi" di concentrazione delle forme inorganiche solubili dell'azoto, quindi potenzialmente dilavabili, al contrario dei concimi di sintesi, generalmente caratterizzati da elevata solubilità. I rischi ambientali sono, in conseguenza, fortemente ridotti;

- contengono sempre, anche se in misura molto diversa tra di loro, in quanto costituiti da matrici complesse di origine biologica, gli elementi secondari e i microelementi della fertilità. Il loro impiego, pertanto, consente una più equilibrata nutrizione delle piante e contribuisce al contenimento o all'eliminazione dei fenomeni di forte carenza di uno specifico elemento tra tutti quelli indispensabili per la crescita e la produzione della coltura.

Per i motivi sopra esposti, i concimi organici presentano generalmente una maggior efficienza di utilizzazione degli elementi nutritivi rispetto ai concimi di sintesi, che può tradursi in una maggior efficienza economica.

Tra i mezzi tecnici per la fertilizzazione del suolo, i concimi organici sono quelli a maggiore compatibilità ambientale.

Dosi di impiego dei concimi organici

I concimi organici hanno una concentrazione di elementi nutritivi che può variare, in linea di massima dal 3-4% fino ad un massimo del 13-20% (come somma degli elementi nutritivi principali) e le dosi di impiego sono dell'ordine di qualche decina di quintali/ettaro (quantità troppo esigue per influenzare il contenuto di sostanza organica di un suolo).

Nella redazione del piano di fertilizzazione sarà necessario tenere conto che una quota di elementi nutritivi pari a circa il 40-70%, si rende disponibile durante il primo anno successivo alla distribuzione, mentre quote più piccole nei periodi successivi, con andamento via via decrescente.

Modalità di impiego dei concimi organici

Gli elementi nutritivi contenuti nei concimi organici si rendono disponibili solo a seguito del processo di mineralizzazione e quindi la distribuzione dei concimi organici deve avvenire in leggero anticipo rispetto alla normale epoca di fertilizzazione.

L'impiego dei concimi organici può essere positivamente associato a interventi con concimi minerali al fine di equilibrare l'apporto degli elementi nutritivi. Peraltro, come dimostrato in numerose ricerche, l'associazione di concimi organici e inorganici si manifesta con positivi effetti sull'efficienza della concimazione.

#### Concimi organo-minerali

Sono prodotti ottenuti per reazione o per miscela di uno o più concimi organici con uno o più concimi minerali semplici oppure composti. La torba, pur non essendo un concime ma un ammendante, è, comunque, compresa tra i materiali utilizzabili per la produzione di questi concimi. Si distinguono in:

- concimi organo-minerali N;
- concimi organo-minerali NP;
- concimi organo-minerali NK;
- concimi organo-minerali NPK.

#### Modalità d'azione dei concimi organo-minerali

Le modalità d'azione dei concimi organo-minerali possono essere individuate nel rilascio graduale degli elementi nutritivi, a seguito della mineralizzazione della componente organica e nella protezione dei nutrienti dai fenomeni di insolubilizzazione e lisciviazione, da parte della componente organica umificata, per chelazione, complessazione ed adsorbimento.

#### Modalità di impiego dei concimi organo-minerali

Per la presenza della componente organica, anche i concimi organo-minerali dovranno essere distribuiti in leggero anticipo e sempre interati con le lavorazioni.

In ragione della capacità di "proteggere" gli elementi nutritivi, il loro impiego deve essere considerato, in particolare, nei casi di suoli con caratteristiche tali da far prevedere intensi fenomeni di insolubilizzazione del fosforo o di lisciviazione del potassio; suoli che pongono problemi di attenzione ambientale per la lisciviazione dell'azoto.

#### 4.2.2 Biomasse residue

Sono definite biomasse tutti i materiali organici, vegetali ed animali, nonché i residui e/o i sottoprodotti organici derivanti dalla loro trasformazione e utilizzazione.

---

Si possono considerare biomasse anche i residui prevalentemente organici solidi, semi-solidi e liquidi, sia urbani sia derivanti da attività industriali.

- Residui urbani  
fanghi di depurazione;  
residui solidi urbani.
- Residui industriali  
fanghi di depurazione;  
residui di lavorazione.
- Residui agricoli  
di colture erbacee;  
di colture arboree;  
di allevamenti zootecnici.
- Residui di industrie agro-alimentari  
enologici caseari;  
enologi e birrari;  
oleari;  
bieticolo-zuccherieri;  
ortofrutticoli e conservieri.

L'utilizzo dei fanghi di depurazione per la fertilizzazione del terreno è normato dal Decreto Legislativo del 27 gennaio 1992 n. 99. Anche l'impiego delle acque di vegetazione e della sansa è disciplinato da una specifica normativa (Legge n. 574 dell'11 novembre 1996).

#### Importanza del reimpiego in agricoltura delle biomasse

Un materiale che può rappresentare un rifiuto in un dato luogo ed in un certo momento, in un'altra situazione locale e temporale può rappresentare, invece, una risorsa non trascurabile.

In agricoltura le biomasse possono costituire una importante risorsa, in grado di mantenere e di reintegrare la fertilità del suolo. Il riciclo di biomasse sul suolo potrebbe risolvere da un lato il problema della fertilizzazione organica e dall'altro quello dello smaltimento di sostanze ad elevato valore fertilizzante altrimenti destinate a discarica.

---

Vantaggi dell'impiego delle biomasse:

favorire le caratteristiche fisiche positive dei suoli (struttura, permeabilità, ecc.) preservandoli così dai processi di erosione e di deterioramento fisico;

offrire microambienti favorevoli per lo sviluppo radicale;

fornire, direttamente o dopo la loro mineralizzazione, elementi nutritivi per le colture;

mobilizzare elementi nutritivi già presenti nel terreno;

contribuire alla riduzione dei costi di produzione, sostituendo in parte i fertilizzanti acquistati sul mercato, il cui costo fluttua in dipendenza di fattori estranei all'agricoltura e grava, comunque, in misura sempre rilevante sulle aziende agrarie.

Limiti al reimpiego delle biomasse

Le biomasse possono essere vantaggiosamente utilizzate per fertilizzare i terreni purché:

contengano adeguate dosi di sostanza organica di buona qualità e poco fermentescibile (ben stabilizzata);

contengano gli elementi nutritivi per le colture di preferenza in forma organica;

non contengano sostanze tossiche, sia organiche sia inorganiche (metalli pesanti);

la distanza fra centri di produzione e potenziali utilizzatori non sia eccessiva.

#### 4.3. Elementi nutritivi e sintomatologie di squilibrio

**Azoto** - E' richiesto in quantità notevoli dalla pianta, in quanto presente in molti composti, in primo luogo nelle proteine. Nel periodo primaverile, quando le aliquote asportate dal terreno non riescono a soddisfare le richieste fisiologiche di azoto delle piante, l'elemento, immagazzinato nell'anno precedente in estate e autunno, viene traslocato nei punti di più intensa attività metabolica. Negli agrumi il periodo di maggiore accumulo dell'N è durante l'estate-inizi dell'autunno quando le foglie diventano un punto di richiamo e l'elemento viene in esse immagazzinato. Infatti, negli agrumi nel periodo primaverile e inizio estate i valori dell'elemento delle fo-

glie vecchie subiscono forti riduzioni, mentre nel periodo di piena estate e inizio autunno hanno notevoli incrementi.

Negli agrumi alla ripresa vegetativa il contributo dell'azoto del ciclo interno, proveniente dalle riserve accumulate nella pianta, può rappresentare il 70% dell'intero fabbisogno della pianta; per i fruttiferi, invece, questo valore si riduce intorno al 50%. Per lo sviluppo del flusso vegetativo estivo e autunnale le aliquote di N provenienti dalle riserve scendono rispettivamente al 40 e al 20% (Legaz et al., 1995).

Nel caso di contenuta nutrizione azotata i sintomi più evidenti sono: deperimento generale della pianta (Fig. 25); foglie più piccole e verde pallido; clorosi delle nervature, che può essere confusa con i sintomi dovuti a patologie dell'apparato radicale; diminuzione della fioritura; frutti con buccia più liscia e succo meno acido.

I più evidenti sintomi di eccesso di N sono: lussureggiamento delle piante; aumento del numero dei frutti di pezzatura minore; buccia grossolana e spessa; minore succo e vitamina C; spigatura.

**Fosforo** - E' presente nel corpo del vegetale in quantità modeste rispetto ad altri macroelementi. Riveste un ruolo determinante per il metabolismo in quanto costituente degli enzimi e delle nucleoproteine. Negli agrumi l'elemento si trova in buona parte concentrato nelle radici da cui si muove verso gli organi di nuova formazione in primavera e, secondo Ziegler e Wolfe (1975), viene assorbito durante il periodo più caldo.

L'elemento influenza positivamente la qualità della produzione, regolandone lo spessore e la rugosità della buccia, anticipando la maturazione, aumentando i valori dei solidi totali e diminuendo l'acidità.

Nelle carenze lievi sono soprattutto i frutti che mostrano: buccia spessa e grossolana, colonna carpellare aperta (Fig. 26); scarso succo e poco acido; ritardo nella maturazione e serbevolezza ridotta. Mentre, a livello fogliare le manifestazioni compaiono solo a contenuti particolarmente bassi. In particolare, sul limone si hanno foglie adulte di colore bronzato, incurvate lungo la nervatura mediana, macchie necrotizzate (Fig. 27); si ha, inoltre, filloptosi precoce.

L'eccesso di P influenza negativamente l'assunzione dell'N, dello Zn e del Fe. A livello dei frutti ne riduce la pezzatura.

**Potassio** - E' un elemento alquanto mobile all'interno della pianta con flussi migratori verso le parti a più intensa attività metabolica. Riveste un ruolo essenziale nei processi di ricambio idrico e regola l'apertura e la chiusura degli stomi. Gli agrumi asportano grossi quantitativi di K, in

particolare con la produzione (Rapisarda et al., 1995) con un conseguente maggior consumo alla fine della fioritura e in coincidenza con la maturazione dei frutti.

La carenza dell'elemento interferisce negativamente sullo stato vegeto-produttivo con uno sviluppo più contenuto e una minore fioritura. Le sintomatologie fogliari consistono in una colorazione giallastra della lamina fogliare, che presenta un accartocciamento più o meno accentuato (Fig. 28) e una filloptosi precoce. I frutti, piccoli e con buccia liscia e sottile, manifestano scarsa serbevolezza e un'incidenza anche elevata dell'incrinatura dell'albedo o creasing, fisiopatia fortemente legate anche a stress idrici.

Per eccessi di K si ha ridotto assorbimento del Mg e del Mn; i frutti presentano maggiore pezzatura, buccia grossolana e spessa, oltre a riflessi negativi sulla resa in succo, acidità e solidi totali.

**Calcio** - Nelle piante sempreverdi l'elemento è richiesto per il processo di divisione cellulare, di migrazione dei carboidrati e delle proteine e nell'attivazione degli enzimi. Si sposta all'interno del corpo della vegetale seguendo le vie linfatiche; si deposita nelle vecchie foglie ma può essere traslocato a vantaggio degli apici vegetativi in accrescimento che ne fanno copioso uso. Gli agrumi difficilmente risentono di stati carenziali di questo elemento mentre gli eccessi dell'elemento nel terreno favoriscono la clorosi ferrica e interferenze nell'assorbimento del P e, soprattutto, del Mg.

**Magnesio** - Costituente fondamentale della clorofilla, presiede alla formazione dei carboidrati e alla maturazione dei frutti e viene accumulato nei semi. E' assai mobile nella pianta tanto che i primi sintomi di carenza si evidenziano sulle foglie vecchie e successivamente su quelle giovani.

Negli agrumi i maggiori segni di carenza si manifestano in autunno, durante la fase di maturazione dei frutti. Le foglie (Fig. 29) soprattutto quelle adulte hanno il margine giallo-bronzato e un caratteristico triangolo verde; le defogliazioni sono abbondanti e la pianta presenta molti secchumi. L'elevate produzioni contribuiscono ad acuire la fisiopatia. I frutti restano piccoli con limitati livelli di acidità e solidi totali. Non sono state segnalate sintomatologie da eccessi di Mg.

**Microelementi** - Ferro, zinco e manganese ricoprono un ruolo importante nel metabolismo della pianta, anche se richiesti in quantità estremamente modeste. Le sintomatologie di carenza sono facilmente manifeste qualora nel terreno si trovano in quantità ridotte rispetto all'esigenze delle piante, in forma non assimilabile, per l'antagonismo causato da altri elementi. Non sono stati segnalati, invece, sintomatologie da eccesso.

Il Fe, che entra nella costituzione dei citocromi fondamentali per la formazione della clorofilla, in seno alle piante di agrumi risulta molto poco mobile, per cui le foglie giovani spesso manifestano stati carenziali. L'assorbimento del Fe viene condizionato da svariati fattori quali: presenza di carbonato di calcio; pH elevato; apporti elevati di concime fosfatico; elevato contenuto di azoto nitrico; ristagni di acqua. Nella pianta la carenza di Fe determina frutti più piccoli e pallidi dalla prima fase di sviluppo, ma la sintomatologia più evidente si manifesta con foglie di colore verde chiaro con venature verdi, per arrivare ai casi più gravi ad un giallo chiaro fino al biancastro (Figg. 30-31).

Lo Zn lo troviamo nei tessuti meristematici, nei frutti e nei semi ed è un componente essenziale di proteasi e peptidasi. Molti sono i fattori che interferiscono nel suo assorbimento da parte della pianta (pH elevato, terreni calcarei, eccessi di P, ecc.) tanto da causare fenomeni di carenza. In questi casi si hanno foglie si hanno foglie con lamina più piccola, stretta e appuntita, con aree internervali clorotiche (Fig. 32); filloptosi nelle carenze gravi; seccumi nella chioma; rametti con internodi più brevi; scarsa produzione; frutti di piccola pezzatura, di colore chiaro, poco succosi, insipidi e a maturazione anticipata.

Il Mn in seno alla pianta è costituente di enzimi respiratori, catalizzatore di processi ossidoriduttivi e partecipa alla sintesi delle proteine. L'assimilazione da parte degli agrumi è ostacolata da elevati livelli di calcio nel terreno. Le sintomatologie carenziali sono: foglie con clorosi internervale (Fig. 33), meno evidente rispetto alla carenza di Zn e, nei casi molto gravi, punteggiatura bruna sulla lamina inferiore.

#### 4.4. Caratteristiche dietetiche dei frutti di agrume

Le principali classi di sostanze presenti nei frutti di agrume sono i carboidrati, gli acidi organici, le sostanze minerali e le vitamine; a questi si aggiungono una vasta gamma di composti che, pur presenti in concentrazioni limitate, svolgono importanti funzioni biologiche nel metabolismo cellulare umano (Tab. 9).

I frutti di arancio, di mandarini e di clementine si distinguono per l'alto contenuto in zuccheri. Nel limone prevale, invece, la componente acida, rappresentata principalmente dall'acido citrico.

La frazione zuccherina degli agrumi è composta quasi esclusivamente da saccarosio, glucosio e fruttosio, i quali costituiscono un'ottima fonte di energia prontamente assimilabile.

---

Gli acidi organici (citrico, malico e isocitrico) svolgono un'importante funzione biologica, assicurando continuità alla sequenza di reazioni della respirazione cellulare. Inoltre, l'acido citrico e il potassio presenti nei succhi d'arancia, di mandarino e di pompelmo sono un ottimo sistema tampone capace di regolare il pH nello stomaco; quindi l'assunzione di tali succhi non causa un aumento dell'acidità gastrica come erroneamente si pensa.

L'elevato contenuto di elementi minerali, specialmente di potassio, calcio, magnesio e fosforo, nonché la presenza di tracce di ferro, rame, zinco, manganese, zolfo, bromo e iodio rendono i frutti di agrume indispensabili nella dieta giornaliera, in quanto molte di queste sostanze catalizzano diversi processi enzimatici che si verificano nel nostro organismo. Inoltre, il basso contenuto di sodio conferisce agli agrumi particolare interesse dietetico, specialmente per chi soffre d'ipertensione e necessita di una alimentazione iposodica. Gli agrumi, sia come frutto fresco sia come succhi, costituiscono una delle principali fonti di vitamina C nella dieta delle popolazioni dei Paesi industrializzati. Sono indicati nella cura dello scorbuto e delle deficienze immunitarie, inoltre, una serie di evidenze scientifiche attribuiscono alla vitamina C un importante ruolo nella prevenzione del cancro.

Tra gli agrumi, i frutti della cultivar di arancio "Tarocco" sono i più ricchi di vitamina C, con livelli nel succo che oscillano tra 70 e 90 mg/100 ml. Se si considera che la necessità giornaliera di vitamina C per il nostro organismo è di 60 mg/100 ml si nota subito che bevendo giornalmente un bicchiere di succo o consumando due frutti di questa varietà di arancio, è possibile soddisfare questa esigenza nutritiva. Non mancano negli agrumi quantità apprezzabili di altre vitamine, come il beta-carotene o provitamina A, le vitamine del gruppo B (B1, B2, B6), l'inositolo, l'acido pantotenico e nicotinico, anch'esse importanti dal punto di vista nutrizionale. Infine, non bisogna dimenticare che gli agrumi sono anche fonte di flavonoidi, amminoacidi, proteine, enzimi, fibre e oli essenziali, molto importanti dal punto di vista alimentare e terapeutico.

**Tabella 9.** Principi nutrizionali e valori energetici di frutti e succhi delle principali specie di agrume (valori riferiti a 100 g di prodotto)

Parametro	Arancio		Limone		Mandarino	
	<i>frutto</i>	<i>succo</i>	<i>frutto</i>	<i>succo</i>	<i>frutto</i>	<i>succo</i>
Proteine (g)	0,7	0,5	0,2	0,2	0,9	0,8
Lipidi (g)	0,2	-	-	-	0,3	0,2
Glucidi (g)	7,8	8,2	2,3	1,4	17,6	12,8
Fibra alimentare (g)	1,6	-	-	-	1,7	2,2
Vitamine (mg)	50	45	50	43	42	37
Kcal	34	33	11	6	72	53
Kj	142	138	46	25	301	222



**5. Allegati**

## 5.1. Scheda di anamnesi aziendale

**Anagrafica aziendale**

Azienda			
Nome e Cognome			
Via/Contrada			
Comune		Provincia	
Telefono		Codice azienda	

**Dati colturali dell'appezzamento**

Denominazione			
Contrada			
Comune		Provincia	
Coltura		Varietà	
Portinnesto		Superficie (ha)	Età
Sesto d'impianto (m)	X	Giacitura: in pendenza <input type="checkbox"/> in piano <input type="checkbox"/> altitud. m.s.l.m.	
Produzione media triennale (t/ha)		Produzione dell'anno (t/ha)	

**Terreno**

Colore: chiaro <input type="checkbox"/> scuro <input type="checkbox"/> - uniforme <input type="checkbox"/> non uniforme <input type="checkbox"/>
Scheletro: visibile <input type="checkbox"/> non visibile <input type="checkbox"/>

### Tecniche colturali: nutrizione

Conduzione:    convenzionale <input type="checkbox"/>				integrata <input type="checkbox"/>				biologica <input type="checkbox"/>							
Modalità di fertilizzazione: al terreno <input type="checkbox"/>				fertirrigazione <input type="checkbox"/>				fogliare <input type="checkbox"/>							
Apporti annui medi di nutrienti (kg/ha)				(N)				(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )				(K <sub>2</sub> O)			
Fertilizzazione dell'anno															
minerale						organica									
						fertilizzante									
						epoca									
						dose									
						N									
						P									
						K									

### Tecniche colturali: conduzione del terreno e potatura

Numero di lavorazioni al terreno								Inerbimento							
Potatura eseguita nell'anno				<i>si</i>		<i>no</i>		Interramento dei residui di potatura				<i>si</i>		<i>no</i>	

### Tecniche colturali: irrigazione

Tipo d'irrigazione								Provenienza acqua															
Numero di adacquate per anno								Volume di adacquamento annuo (mc/ha)															
Nel caso di microirrigazione:																							
numero di erogatori per pianta						portata dell'erogatore (l/h)																	
Numero di adacquate:    in primavera								in estate								in autunno							
Tempo medio di adacquata (ore)																							

**Tecniche colturali: altri interventi**

<i>Operazione</i>	<i>data</i>	<i>note</i>

**Sintomatologie di squilibri nutrizionali**

Esiste una sintomatologia visiva di probabile squilibrio nutrizionale | *si* | | *no* |

Dove? intero appezzamento  parte dell'appezzamento  piante sparse  altro

Visibili principalmente: su foglie giovani  su foglie adulte  su rametti  altro

Elemento carente | | Elemento in eccesso | |

Note:

**Stato fitosanitario**

Note:

**Tecnico campionario**

Ente/Società | |

Nome e Cognome | |

Data consegna | |

Note:

## 5.2. Scheda di prelievo campioni

**Anagrafica aziendale**

Azienda		
Codice azienda		Data prelievo
Coltura		Varietà

**Terreno**

Data ultima concimazione effettuata		
Tipo fertilizzante		Dose (kg/ha)

**Foglie**

Carico produttivo:	sopra la norma <input type="checkbox"/>	normale <input type="checkbox"/>	sotto la norma <input type="checkbox"/>
Sviluppo vegetativo:	sopra la norma <input type="checkbox"/>	normale <input type="checkbox"/>	sotto la norma <input type="checkbox"/>

**Frutti**

Data raccolta campione		
------------------------	--	--

**Acqua d'irrigazione**

Provenienza		
-------------	--	--

**Tecnico campionatore**

Ente/Società		
Nome e Cognome		
Data consegna		
Note		

## 5.3. Shede riassuntive delle tecniche di prelievo

**Norme per il campionamento del terreno in agrumeti**

<b>Proprietà del campione</b>	<i>Rappresentare e rispecchiare le caratteristiche dell'area di campionamento</i>
<b>Caratteristiche dell'area di campionamento</b>	Omogeneità geologica, pedologica, morfologica e di interventi culturali. L'ampiezza non deve comunque superare i 4 ha
<b>Periodo ottimale di prelievo</b>	Almeno tre mesi dopo le concimazioni
<b>Numero dei punti di prelievo dell'area da campionare</b>	Almeno 9 punti ove si prelevano altrettanti campioni elementari
<b>Localizzazione dei punti di prelievo</b>	I prelievi di terreno devono essere effettuati dove si ha un maggiore addensamento del capillizio radicale, evitando i bordi e i punti anomali
<b>Con sistemi irrigui che bagnano l'intera superficie</b>	I punti di campionamento devono essere individuati al margine esterno della proiezione della chioma
<b>Con l'irrigazione localizzata o semi localizzata</b>	I punti di campionamento devono essere individuati all'interno dell'area bagnata, fra l'erogatore e il limite esterno della zona umida
<b>Tipo di campionamento</b>	Non sistematico: lungo un percorso idealmente tracciato a W o a X, si preleva un campione elementare per ogni punto
<b>Campione globale</b>	Somma dei campioni elementari
<b>Campione finale</b>	Dopo aver omogeneizzato il campione globale occorre ridurlo ad una quantità di circa 1000 g da consegnare al laboratorio
<b>Gli strumenti necessari</b>	Una trivella, una vanga, un secchio, un telo e sacchi di plastica di almeno 1 litro di capacità
<b>La profondità di prelievo</b>	2-40 cm. In casi particolari un secondo campione alla profondità di 40-80 cm

### Norme per il campionamento delle foglie di agrumi

<b>Proprietà del campione</b>	Rappresentare le condizioni vegeto-produttive medie dell'area di campionamento.
<b>Caratteristiche dell'area di campionamento</b>	Omogeneità per caratteristiche colturale e pedologica. La superficie non deve superare 4 ha anche negli impianti omogenei
<b>Periodo ottimale di prelievo</b>	Da metà settembre a metà novembre
<b>Numero di alberi da cui campionare</b>	Oscilla tra 25 e 100. Maggiore è il numero di piante nell'area di campionamento sarà la percentuale (variabile fra il 5 e il 10%) di alberi da cui prelevare le foglie
<b>Tipo di campionamento</b>	Non sistematico, lungo un percorso idealmente tracciato a W o a X
<b>Numero di foglie per pianta</b>	1-2 foglie a destra e sinistra delle piante che si incontrano nel percorso
<b>Tipo di foglia da campionare</b>	Terza o quarta foglia da rametti terminali non fruttiferi, poste nella parte esterna della chioma e appartenenti al primo flusso vegetativo primaverile
<b>Numero di foglie da campionare</b>	Il numero totale di foglie da prelevare deve essere al massimo di 200
<b>Foglie da non campionare</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quelle di fine primavera inizio estate che sono più rotondeggianti ma di colore e consistenza simile a quelle del primo flusso primaverile</li> <li>• Quelle di tarda estate sono individuabili per la diversa consistenza, per la forma più rotonda, ma soprattutto per un colore verde chiaro, tipico della vegetazione ancora giovane</li> <li>• Quelle dell'anno precedente individuabili per il maggiore spessore, il profilo esterno necrotizzato ed evidenti sintomi di senescenza</li> </ul>

## 6. Bibliografia consultata

- ALVA A.K. E SYVERTSEN J.P. 1991. Irrigation water salinity affects soil nutrient distribution, root density, and leaf nutrient levels of citrus under drip fertigation. *Journal of Plant Nutrition*. 14(2):715-727.
- CANALI S., TITTARELLI F., BENEDETTI A. E SEQUI P. 1997. Le analisi del terreno. *L'Informatore Agrario*. (LIII) 30:27-33.
- CHAPMAN H.D. 1960. Leaf and soil analysis as guides for citrus fertilizer practices in southern California orchards. *California Agricoltura*. 14:13-15.
- DI GIACOMO A., RAPISARDA P. E SAFINA G. 1992. L'industria dei derivati agrumari. Ed. Staz. Ess. Deriv. Agrumari. Reggio Calabria.
- DU PLESSIS S.F. AND KOEN T.J. 1996. South Africa, leaf analysis and fertilizer recommendations. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. II:1269-1275.
- 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.
- EMBLETON T.W., COGGINS C.W. JR AND WITNEY G.W. 1996. What is the most profitable use of citrus leaf analysis? *Proc. Int. Soc. Citriculture*. II:1261-1264.
- FEIGENBAUMN S., BIELORAI H., ERNER Y. AND DASBERG S. 1987. The fate of N15 labelled nitrogen applied to mature citrus trees. *Plant and Soil*. 97:179-187.
- FAILLA O. E PORRO D. 1997. Interpretazione dei risultati dell'analisi fogliare all'Istituto Agrario S. Michele all'Adige. Giornata di studio SILPA su: "Metodi ed interpretazione dell'analisi fogliare in arboricoltura a fini diagnostici". 29 gennaio.
- GIARDINI L., BORIN M. E GRIGOLO U. 1993. La qualità delle acque per l'irrigazione. *L'informatore agrario*. 20: 29-77.
- INTRIGLIOLO F. 1982-83. Variazioni dei contenuti in azoto, fosforo e potassio nelle foglie dell'arancio cv. "Sanguinello moscato" nel corso dell'anno. *Ann. Ist. Sperim. Agrumicoltura*. XV-XVI: 97-107.
- INTRIGLIOLO F. 1999a. Analisi fogliare e fabbisogno di fertilizzanti in agrumicoltura. Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti. Pietrasanta (LU) 19 marzo. *Bollettino SISS*.
- INTRIGLIOLO F. 1999b. La fertilizzazione organica nelle colture arboree: piante sempre verdi. Collana Calderini: *quadrerno Panda n. 5*. (In corso di stampa)
- INTRIGLIOLO F. E RACITI G. 1992. Nutrizione e concimazione degli agrumi. *L'Informatore Agrario*, (XLVIII) 18: 77-83.
- INTRIGLIOLO F. E INTELISANO S. 1997. Effect of differential nitrogen application on nutrition, growth, yield and fruit quality in young lemon trees. *Acta Horticulturae*. 383:125-133.
- INTRIGLIOLO F., SCUDERI A., RACITI G. E GIUFFRIDA A. 1986-87. Risposte vegeto-produttive dell'arancio agli interventi di concimazione organica. *Ann. Ist. Sperim. Agrumicoltura*. XIX-XX: 227-265.
- INTRIGLIOLO F., TROPEA M., RACITI G., SAMBUCO G., GIUFFRIDA A. E FISICHELLA G. 1990. Nutrizione minerale dell'arancio. IV Contributo: L'influenza della concimazione sulla nutrizione e sulla produzione dell'arancio "Tarocco" nucellare e vecchia linea. *Ann. Ist. Sperim. Agrumicoltura*. XXIII:69-110.
- INTRIGLIOLO F., FISICHELLA G., TROPEA M., SAMBUCO G. E GIUFFRIDA A. 1993. Influence of nitrogen nutrition on nutritional status and yield "Navelina" orange. Optimization of Plant Nutrition - *Developments in Plant and Soil Sciences*. Kluwer Academic Publisher. 64: 439-444.
- INTRIGLIOLO F., MARTELLI S., GIUFFRIDA A. E PALAZZO D. 1994 - Studio agronomico dei suoli della Basilicata coltivati ad agrumi. *Italus Hortus*. 5-6:47-61.
- INTRIGLIOLO F., TITTARELLI F., ROCCUZZO G. E CANALI S. 1998. La fertilizzazione degli agrumi. *L'Informatore Agrario*. (LIV) 9:79-84.

- KOO R.C.J. 1984. Recommended fertilizers and nutrition sprays for Citrus. *Agr. Exp. Stat., Univ. Florida. Bulletin* 536 D.
- LACERTOSA G., GIUFFRIDA A., MENNONE C., MONTEMURRO N. E INTRIGLIOLO F. 1999. Stato nutrizionale e qualità dei frutti in agrumeti del metapontino. *XVII convegno Nazionale Società di Chimica Agraria. Portoferraio 29 sett.* - 1 ott. (in corso di stampa)
- LEGAZ-PEREDES F. E PRIMO-MILLO E. 1988. Normas para la fertilización de los agríos. Generalitat Valenciana, Cons. Agricultura i Pesca, Fullets Divulgació n. 5-88.
- LEGAZ F., SERNA M.D. E PRIMO-MILLO E. 1995. Mobilization of the reserve N in citrus. *Plant and Soil.* 173:205-210.
- MINISTERO DELLE RISORSE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI. 1993. *Codice di buona pratica agricola per la protezione delle acque dai nitrati.*
- MINISTERO DELLE RISORSE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI. 1994. Metodi ufficiali d'analisi chimica del suolo con commenti ed interpretazione. *Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo.*
- MILLARD P. 1995. Internal cycling of nitrogen in trees. *Acta Horticulturae.* 383:3-14.
- PALAZZO D., LACERTOSA G., RONDINONE T., MENNONE C. E MONTEMURRO N. 1997. Fertilità dei terreni e stato nutrizionale degli agrumi. *L'Informatore Agrario. (LIII)* 46:67-71.
- PERELLI M. 1987. Le analisi del terreno. *L'Informatore Agrario. (XLIII)* 6: 35-56.
- PREVITALI F. 1984. Introduzione allo studio dei suoli. Ed. CLESAV Milano.
- QUAGGIO J.A., CANTARELLA H. AND MATTOS D. Jr. 1996. Soil testing and leaf analysis in Brasil - recent developments. *Proc. Int. Soc. Citriculture. II:*1269-1275.
- RAPISARDA P. E GIUFFRIDA A. 1992. Anthocyanins level in Italian blood oranges. *Proc. Int. Soc. Citriculture. II:*1130-1133.
- RAPISARDA P., INTRIGLIOLO F. E INTELISANO S. 1995. Fruit mineral analysis of two "Tarocco" clones of sweet orange to estimate fruit mineral removals. *Acta Horticulturae.* 383: 125-133.
- RAPISARDA P., CAROLLO G., FALLICO B., TOMASELLI F. E MACCARONE E. 1998. Hydroxy cinnamic acids as markers of italian blood oranges. *J. Agric. Food Chem.* 46:464-470.
- MACCARONE E., CAMPISI S., FALLICO B., RAPISARDA P. E SGARLATA R. 1998. Flavor components of italian orange juices. *J. Agric. Food Chem.* 46: 2293-2298.
- RACITI G. E SCUDERI A. 1985. Acqua e irrigazione. In: Trattato di agrumicoltura. *Edagricole Bologna.I:* 341-366.
- RICHARDS L.A. 1949. Methods of mounting porous plates used in soil moisture measurement. *Agronomy Journal.* 41: 54-63.
- SEQUI P. 1992. Chimica del suolo. Patron Ed.
- SERVIZIO DI SVILUPPO AGRICOLO, ASSESSORATO AGRICOLTURA REG. EMILIA ROMAGNA. 1988. Guida all'interpretazione dei risultati dell'analisi dei terreni e alla formulazione dei consigli di campagna.
- SISS. 1985. Società Italiana della Scienza del Suolo. Metodi normalizzati di analisi del suolo. Edagricole Bologna.
- SCUDERI A. E RACITI G. 1985. Nutrizione e concimazione. In: *Trattato di agrumicoltura. Edagricole Bologna. I:* 367-403.
- SCUDERI A., INTRIGLIOLO F. E RACITI G. 1984. Changes in mineral leaf contents of "Valencia" orange during the year. *Proc. Int. Soc. Citriculture. 1:* 143-147.
- SWIETLIK D. 1996. Leaf analysis and fertilizers recommendations in Texas. *Proc. Int. Soc. Citriculture. 2:* 1265-1268.
- ZIEGLER L. and Wolfe H.S. 1975. Citrus growing in Florida. The University Press of Florida.



PLATE

---

# **Tavole a colori**

---



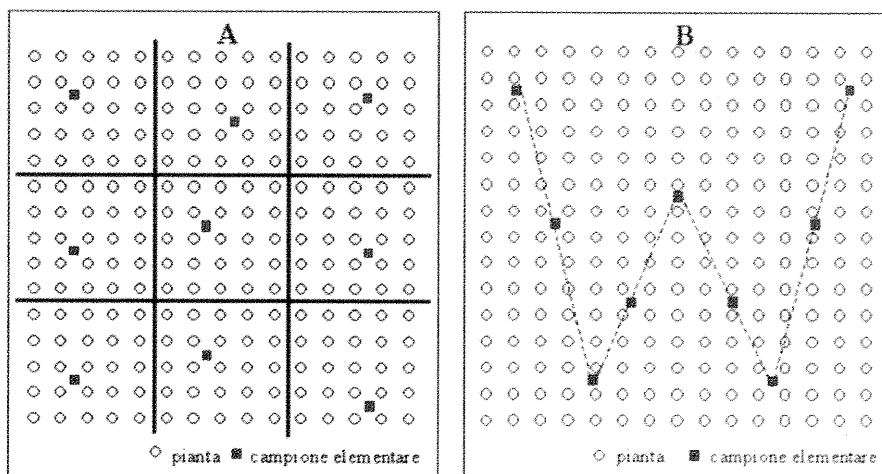


Figura 1. Schema di campionamento del suolo: A sistematico  
- B non sistematico a W



Figura 2. Prelievo del terreno effettuato con trivella manuale tipo olandese



Figura 3. Prelievo del terreno effettuato con la vanga



Figura 4. Prelievo del terreno effettuato con trivella a motore

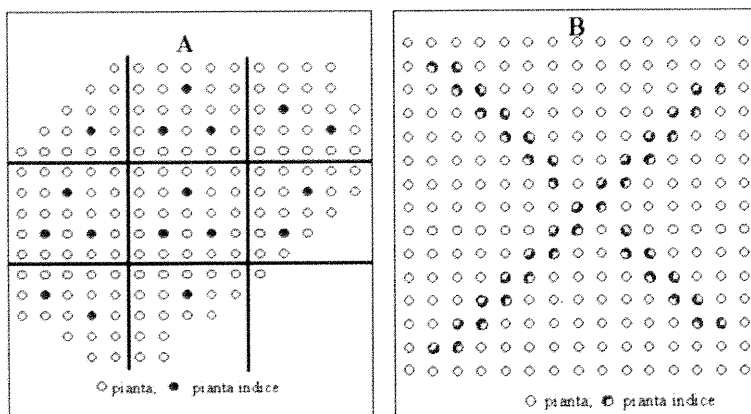


Figura 5. Schema di campionamento delle foglie: A sistematico puntiforme a quadrato  
- B non sistematico a X



Figura 6. Rametto terminale non fruttifero del flusso primaverile



Figura 7. Rametto non fruttifero del flusso primaverile con emissione di vegetazione successiva

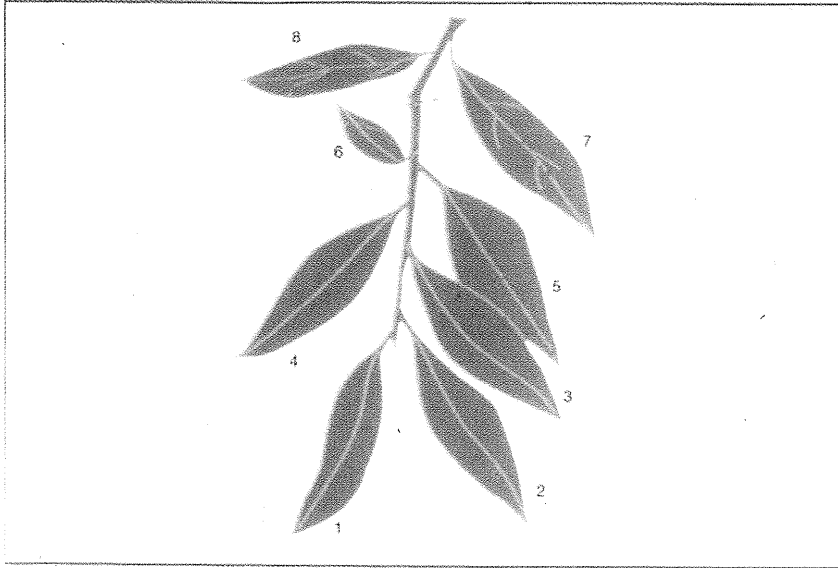


Figura 8. Rametti terminali non fruttiferi. Le foglie 2, 3 e 4 sono prelevabili

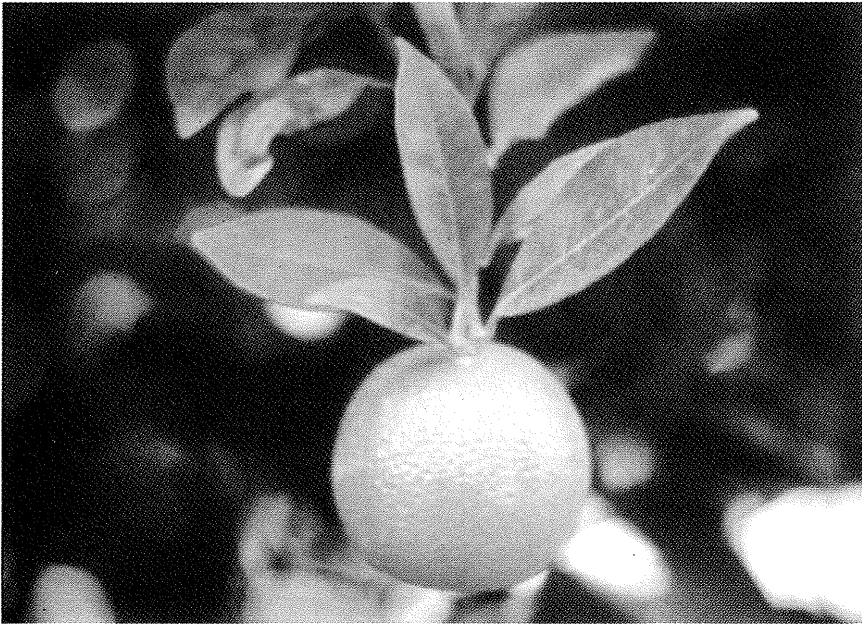


Figura 9. Rametto terminale fruttifero del flusso primaverile

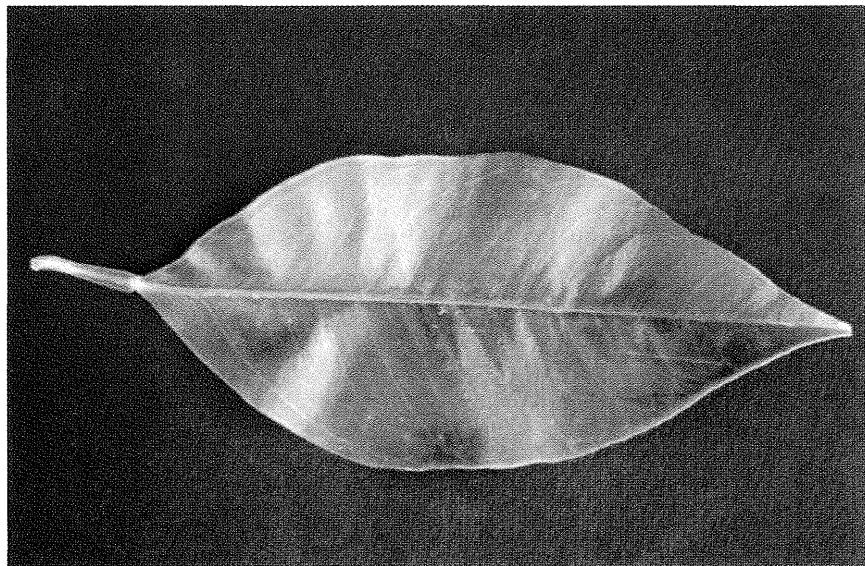


Figura 10. Foglia proveniente dal primo flusso primaverile



Figura 11. Rametto terminale non fruttifero del flusso di fine primavera



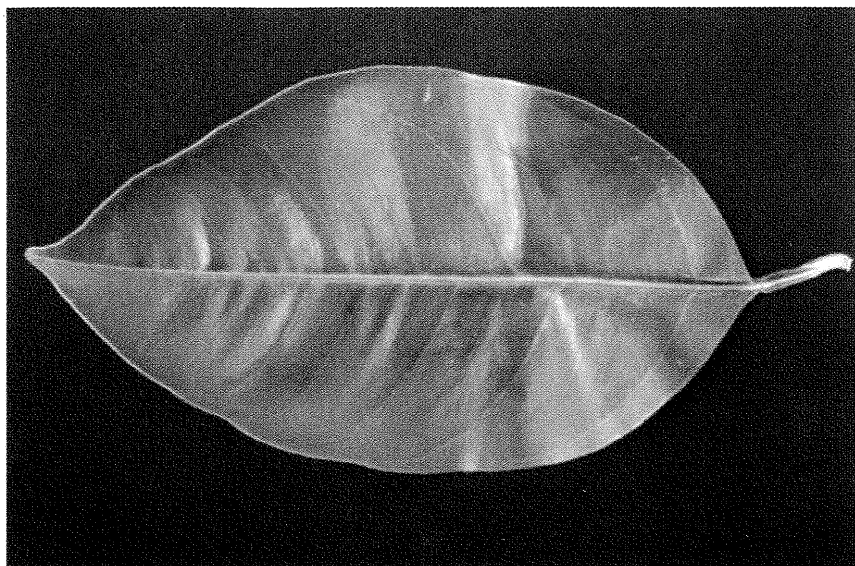


Figura 12. Foglia proveniente dal flusso di fine primavera



Figura 13. Rametto terminale non fruttifero del flusso di fine estate

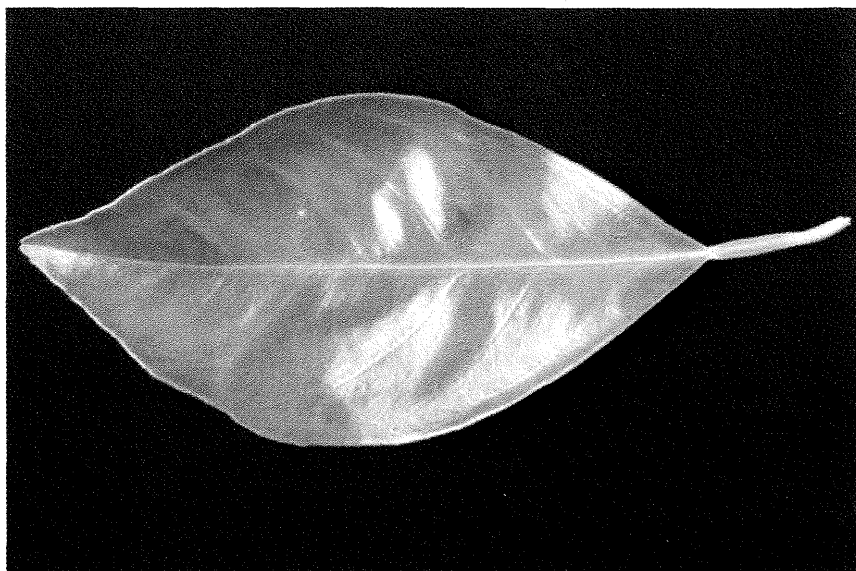


Figura 14. Foglia proveniente dal flusso di fine estate

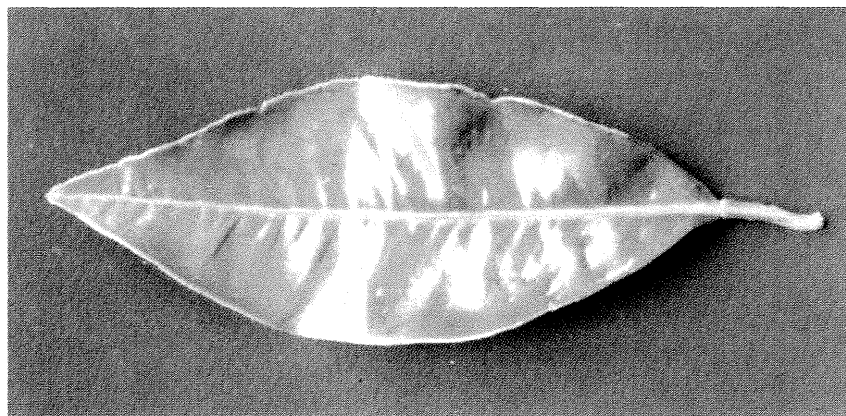


Figura 15. Foglia proveniente dal primo flusso primaverile dell'anno precedente

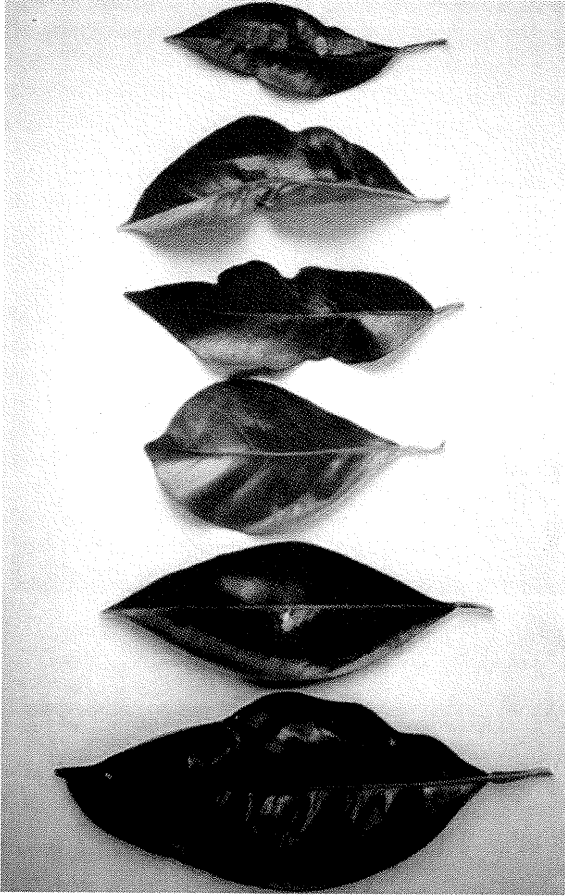


Figura 16.  
Foglie malformate

Figura 17.  
Sintomi di tossicità  
da eccesso di cloro  
su foglie di limone

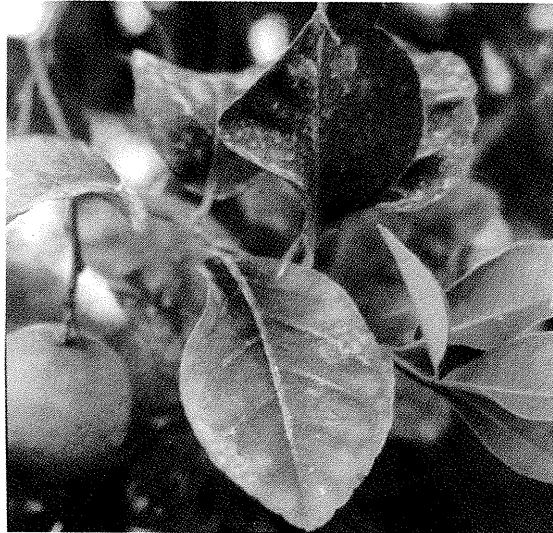




Figura 18. Sintomi di tossicità da eccesso di sodio su foglie di limone



Figura 19. Sintomi di tossicità da eccesso di boro su foglie di limone



Figura 20. Sintomi di tossicità da eccesso di boro su foglie di clementine

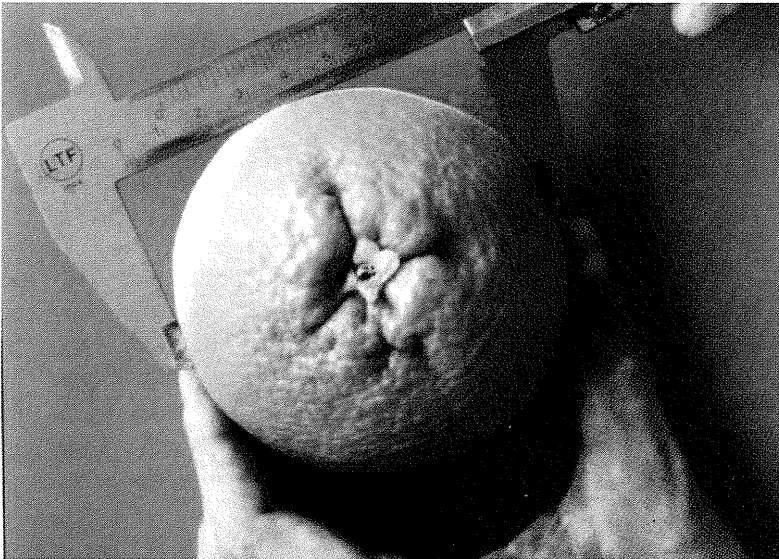


Figura 21. Misura del diametro equatoriale del frutto

Figura 22.  
Misura della  
consistenza del  
frutto

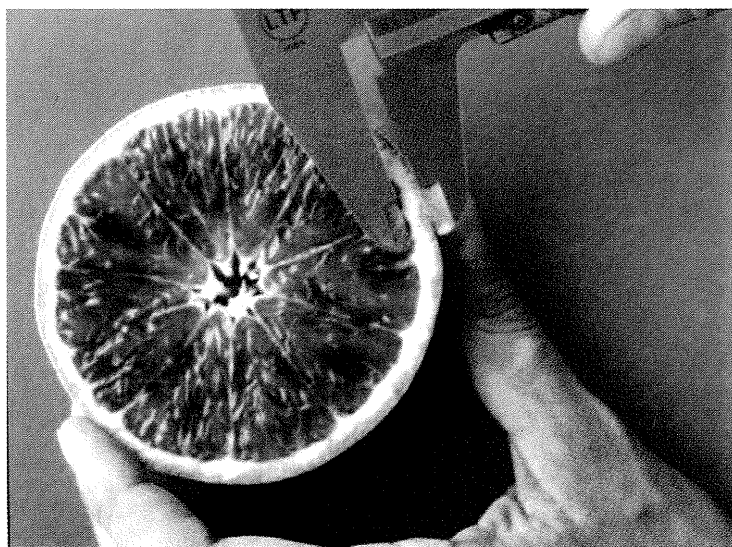
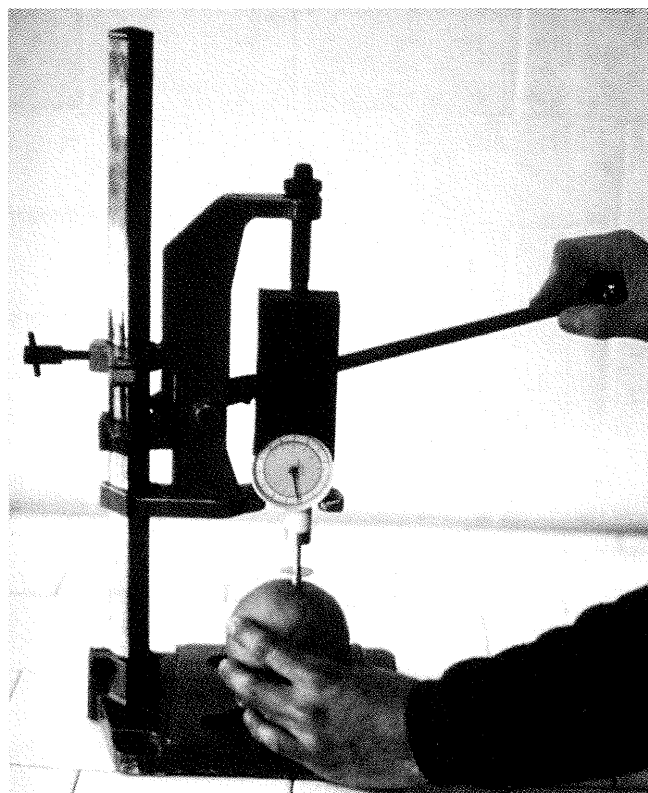


Figura 23. Misura dello spessore della buccia

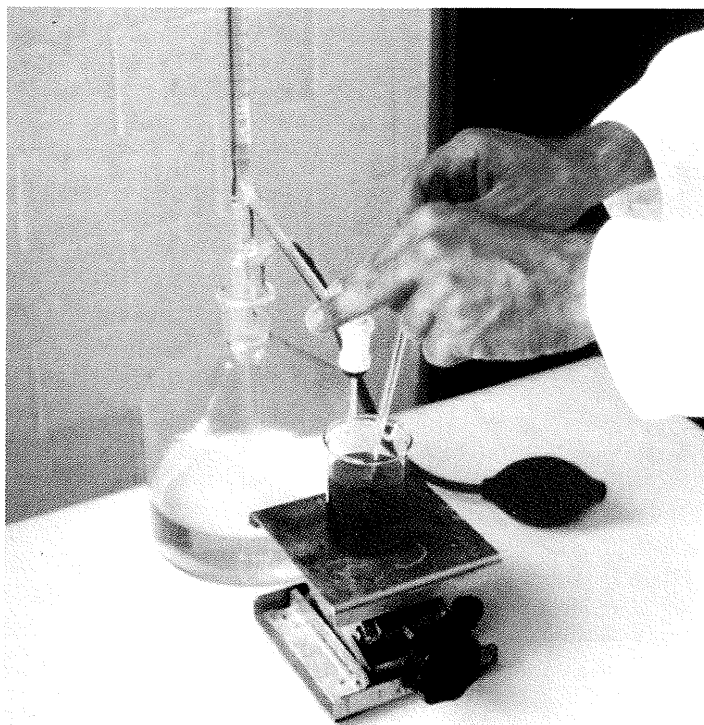


Figura 24. Misura dell'acidità totale del succo

Figura 25.  
Pianta che  
manifesta  
sintomi di  
carenza di  
azoto



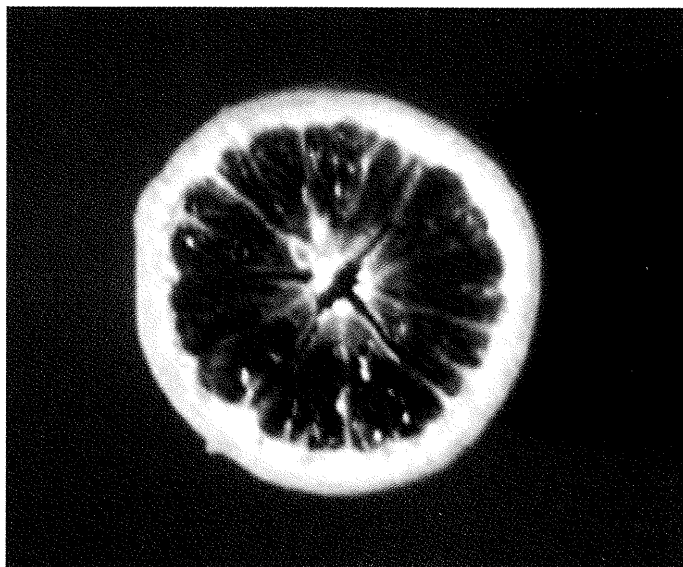


Figura 26. Sintomi di carenza di fosforo sul frutto

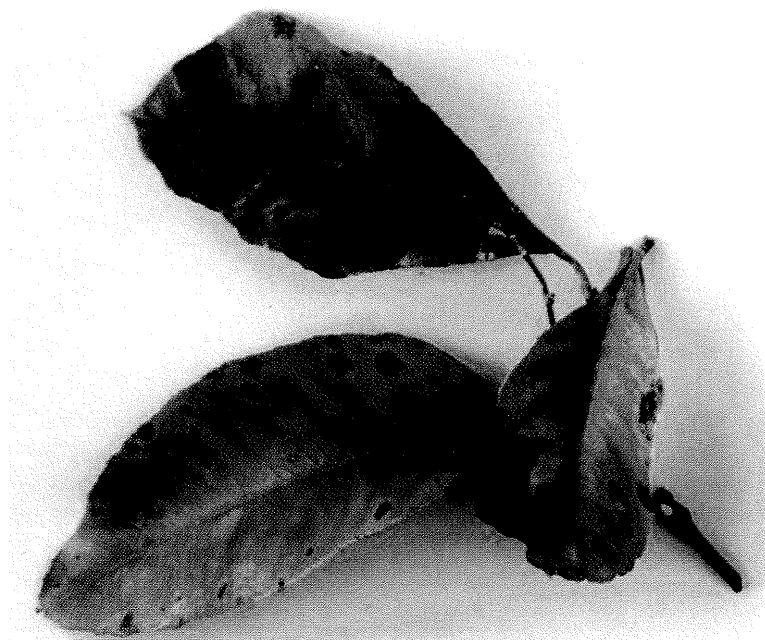


Figura 27. Sintomi di carenza di fosforo sulle foglie





Figura 28. Sintomi di carenza di potassio sulle foglie



Figura 29. Sintomi di carenza di magnesio sulle foglie



Figura 30. Pianta che manifesta sintomi di carenza di ferro



Figura 31. Sintomi di carenza di ferro sulle foglie



Figura 32. Sintomi di carenza di zinco sulle foglie



Figura 33. Sintomi di carenza di manganese sulle foglie

## *LA FERTILIZZAZIONE E LA BUONA PRATICA AGRICOLA NELLE DIRETTIVE COMUNITARIE E NELLE INIZIATIVE NAZIONALI SULL'AGROAMBIENTE*

Rosa Francaviglia

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante  
Via della Navicella, 2-4 - 00184 Roma

Le pratiche di fertilizzazione trovano riscontro normativo nelle seguenti disposizioni nazionali e/o comunitarie:

- Direttiva 676/91/CE del 12 dicembre 1991, relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole, nota come Direttiva nitrati [1];

- D. lgs. 27 gennaio 1992, n. 99, Attuazione della Direttiva 278/86/CE concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura [2];

- Regolamento 2078/92/CE del 30 giugno 1992, relativo a metodi di produzione agricola compatibili con le esigenze di protezione dell'ambiente e con la cura dello spazio naturale, adottato come misura di accompagnamento alla riforma della PAC e riproposto in Agenda 2000 tra le misure per lo sviluppo rurale [3];

- D.M. MiPA del 19 aprile 1999, Approvazione del codice di buona pratica agricola, in attuazione dell'art. 4 della direttiva 676/91/CE [4];

- D. lgs. 11 maggio 1999, n. 152, Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 271/91/CE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 676/91/CE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole [5];

- I recenti interventi agroambientali per il periodo 2000-2006, che sono confluiti nei Piani di Sviluppo Rurale previsti dal Regolamento 1257/99/CE del 17 maggio 1999 sul sostegno allo sviluppo rurale [6] e nel Regolamento attuativo 1750/99/CE del 23 luglio 1999 [7], tramite i quali le riforme intraprese nell'ambito dell'Agenda 2000 integrano la problematica ambientale nella PAC.

La Direttiva Nitrati si basa sulle seguenti considerazioni:

- i nitrati di origine agricola sono la causa principale dell'inquinamento proveniente da fonti diffuse che colpisce le acque comunitarie;

- per tutelare la salute umana, le risorse viventi e gli ecosistemi acquatici e per salvaguardare gli usi legittimi dell'acqua è pertanto necessario ridurre l'inquinamento idrico causato o provocato da nitrati provenienti da fonti agricole ed impedire un ulteriore inquinamento di questo tipo;

- che a tal fine è importante prendere provvedimenti riguardanti l'uso in agricoltura di composti azotati ed il loro accumulo nel terreno e riguardanti talune prassi di gestione del terreno;

- che l'inquinamento idrico dovuto ai nitrati in uno Stato membro si ripercuote sulle acque di altri Stati membri e che ne consegue la necessità di un'azione a livello comunitario;

- che, con l'incoraggiare la buona pratica agricola, gli Stati membri possono garantire per tutte le acque un generale livello di protezione dall'inquinamento per il futuro;

- che talune zone che scaricano le loro acque in acque soggette ad inquinamento provocato da composti azotati richiedono una protezione speciale;

- che è indispensabile che gli Stati membri individuino le zone vulnerabili e progettino ed attuino i necessari programmi d'azione per ridurre l'inquinamento idrico provocato da composti azotati nelle zone vulnerabili;

- che i suddetti programmi d'azione dovrebbero comportare misure intese a limitare l'impiego in agricoltura di tutti i fertilizzanti contenenti azoto ed a stabilire restrizioni specifiche nell'impiego di concimi organici animali;

- che è necessario sorvegliare le acque ed applicare i metodi di misura di riferimento per i composti azotati, al fine di garantire l'efficacia delle misure;

- che è noto che, in taluni Stati membri, la situazione dell'idrogeologia è tale che solo dopo parecchi anni le misure di protezione potrebbero dar luogo ad un miglioramento della qualità delle acque.

Il D.L. 99/92 ha lo scopo di disciplinare l'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura in modo da evitare effetti nocivi sul suolo, sulla vegetazione, sugli animali e sull'uomo, incoraggiandone nel contempo la corretta utilizzazione. Tra le condizioni per l'utilizzazione, l'art. 3 con-

---

templa la loro idoneità a produrre un effetto concimante e/o ammendante e correttivo del terreno. Premesso che le principali restrizioni riguardano il contenuto in metalli pesanti dei fanghi, in funzione anche delle caratteristiche chimiche dei suoli recettori, le Regioni predispongono piani di utilizzazione agricola dei fanghi tenendo conto delle caratteristiche quali-quantitative degli stessi, della loro utilizzazione in atto o potenziale, della ricettività dei terreni, degli apporti ai suoli in nutrienti e sostanza organica.

È vietato inoltre applicare i fanghi ai terreni:

- a) allagati, soggetti ad esondazioni e/o inondazioni naturali, acquitrinosi o con falda acquifera affiorante, o con frane in atto;
- b) con pendii maggiori del 15% limitatamente ai fanghi con un contenuto in sostanza secca inferiore al 30%;
- c) con pH minore di 5;
- d) con C.S.C. minore di 8 meg/100 gr;
- e) destinati a pascolo, a prato-pascolo, a foraggiere, anche in consociazione con altre colture, nelle 5 settimane che precedono il pascolo o la raccolta di foraggio;
- f) destinati all'orticoltura e alla frutticoltura i cui prodotti sono normalmente a contatto diretto con il terreno e sono di norma consumati crudi, nei 10 mesi precedenti il raccolto e durante il raccolto stesso;
- g) quando è in atto una coltura, ad eccezione delle colture arboree;
- h) quando sia stata comunque accertata l'esistenza di un pericolo per la salute degli uomini e/o degli animali e/o per la salvaguardia dell'ambiente.

**Il Codice di Buona Pratica Agricola (CBPA)**, approvato con D.M. MiPA del 19 aprile 1999, prende in considerazione esclusivamente i problemi dell'azoto, in ottemperanza alla direttiva comunitaria.

Obiettivo principale del CBPA è quello di contribuire, anche a livello generale, a realizzare la maggiore protezione di tutte le acque dall'inquinamento da nitrati, riducendo l'impatto ambientale dell'attività agricola attraverso una più attenta gestione del bilancio dell'azoto. Il CBPA deve, infatti, ottimizzare la gestione dell'azoto nel sistema suolo-pianta (esistente, entrante, uscente) in presenza di rotazioni colturali alle quali occorre assicurare un livello produttivo e nutrizionale economicamente ed ambientalmente sostenibile, minimizzando le possibili perdite con le acque di ruscellamento e di drenaggio superficiale e profondo.

Data la sua articolazione flessibile, il CBPA può costituire la base per l'elaborazione di codici analoghi mirati ad esigenze regionali e locali e anche di altri codici riguardanti problemi diversi, come per esempio il fosforo, i prodotti fitosanitari o le pratiche irrigue.

Il CBPA è applicabile a discrezione degli agricoltori, mentre nelle aree riconosciute vulnerabili le attività agricole saranno oggetto di misure restrittive obbligatorie nell'ambito dei programmi di azione definiti dalle competenti autorità.

Il D. lgs 152/99, all'art. 19, prescrive l'obbligo di attuare i programmi di azione nelle zone vulnerabili già individuate o da individuare (Allegato 7/A) e le prescrizioni contenute nel CBPA.

I programmi d'azione sono obbligatori per le zone vulnerabili e tengono conto dei dati scientifici e tecnici disponibili, con riferimento principalmente agli apporti azotati rispettivamente di origine agricola o di altra origine, nonché delle condizioni ambientali locali.

I programmi d'azione includono misure relative a:

- i periodi in cui è proibita l'applicazione al terreno di determinati tipi di fertilizzanti;

- la capacità dei depositi per effluenti di allevamento; tale capacità deve superare quella necessaria per l'immagazzinamento nel periodo più lungo, durante il quale è proibita l'applicazione al terreno di effluenti nella zona vulnerabile, salvo i casi in cui sia dimostrato dall'autorità competente che qualsiasi quantitativo di effluente superiore all'effettiva capacità d'immagazzinamento verrà gestito senza causare danno all'ambiente;

- la limitazione dell'applicazione al terreno di fertilizzanti conformemente alla buona pratica agricola e in funzione delle caratteristiche della zona vulnerabile interessata; in particolare si deve tenere conto:

- 1) delle condizioni, del tipo e della pendenza del suolo;
- 2) delle condizioni climatiche, delle precipitazioni e dell'irrigazione;
- 3) dell'uso del terreno e delle pratiche agricole, inclusi i sistemi di rotazione e dell'avvicendamento colturale.

Le misure si basano sull'equilibrio tra il prevedibile fabbisogno di azoto nelle colture, e l'apporto di azoto proveniente dal terreno e dalla fertilizzazione, corrispondente:

---

- alla quantità di azoto presente nel terreno nel momento in cui la coltura comincia ad assorbirlo in misura significativa (quantità rimanete alla fine dell'inverno);
- all'apporto di composti di azoto provenienti dalla mineralizzazione netta delle riserve di azoto organico presenti nel terreno;
- all'aggiunta di composti di azoto provenienti da effluenti di allevamento;
- all'aggiunta di composti di azoto provenienti da fertilizzanti chimici e da altri fertilizzanti.

Le pratiche più incisive del CBPA, la cui adozione poteva risultare particolarmente onerosa per gli agricoltori, sono spesso state incentivate attraverso un'applicazione mirata dei Programmi Agroambientali predisposti dalle Regioni in attuazione del Regolamento 2078/92, che ha incoraggiato la diffusione di pratiche agricole a minor impatto ambientale, compensando nel contempo gli agricoltori per l'opera di conservazione dell'agroecosistema e dello spazio naturale.

In particolare, relativamente alla fertilizzazione, hanno trovato applicazione le seguenti misure:

A1+A2: sensibile riduzione o mantenimento delle riduzioni dell'impiego dei concimi (e dei fitofarmaci);

A3+A4: introduzione o mantenimento dei metodi dell'agricoltura biologica, secondo le regole comuni fissate dal Regolamento 2092/91 emanato per garantire la qualità del prodotto ai consumatori.

Il Regolamento 1257/99, ravvisata l'opportunità di proseguire il sostegno agroambientale già previsto nel Regolamento 2078/92, parte dalla considerazione che, nei prossimi anni, gli strumenti agroambientali dovrebbero assumere un ruolo fondamentale nel promuovere lo sviluppo sostenibile delle zone rurali e nel soddisfare la crescente domanda della società di servizi nel settore ambientale. Pertanto il regime di aiuti deve continuare a incoraggiare gli agricoltori ad operare nell'interesse dell'intera società, introducendo o mantenendo metodi di produzione compatibili con le crescenti esigenze di tutela e miglioramento dell'ambiente, delle risorse naturali, del suolo e della diversità genetica, nonché con la necessità di salvaguardare lo spazio naturale e il paesaggio.

Il Regolamento 1750/99 reca invece le disposizioni di applicazione del 1257/99.

---



Le misure agroambientali sono contenute negli articoli 22-24 del Regolamento 1257/99 e 12-20 e 28 del 1750/99. I punti salienti sono i seguenti:

- Gli impegni agroambientali e le indennità compensative dovranno tenere conto della *buona pratica agricola* (BPA) definita come *l'insieme dei metodi colturali che un agricoltore diligente impiegherebbe nella regione interessata* (art. 28 del 1750/99);

- Tutti gli impegni agroambientali dovranno oltrepassare l'applicazione delle *normali* buone pratiche agricole (art. 23 del 1257/99), e gli agricoltori che ricevono l'indennità per una zona svantaggiata sono tenuti ad osservare le BPA *consuete* (art. 14 del 1750/99);

- La buona pratica agricola normale presuppone l'osservanza delle prescrizioni generali vincolanti in materia ambientale (art. 28 del 1750/99) già esistenti a livello comunitario, nazionale e regionale;

- Gli agricoltori che assumono impegni agroambientali, ricevono un premio calcolato a partire dalla *buona pratica agricola normale* della zona in cui è applicata la misura (art. 17 del 1750/99) e sono tenuti a rispettare sull'intera azienda almeno le buone pratiche agricole normali, anche se l'impegno è limitato a parte di essa (art. 19 id.).

E' quindi attribuita alla **normale BPA** la funzione di **livello di riferimento** per definire le pratiche ecocompatibili in grado di produrre effettivi benefici ambientali.

La definizione della BPA può risultare generica e non chiaramente circoscritta. Per le istituzioni impegnate nella programmazione dei propri Piani di Sviluppo Rurali si è posto, quindi, il problema di definire cos'è la BPA normale.

### Il punto di vista dell'OCSE

I livelli di riferimento ambientale segnano la linea di confine tra le iniziative che comportano degli effetti ambientali che gli agricoltori possono compiere in relazione ai propri interessi e le attività agricole per le quali sono obbligati a mitigare gli effetti ambientali a proprie spese [8].

Contrariamente al caso dell'industria, in molti casi gli effetti ambientali dell'agricoltura sono strettamente connessi all'uso del suolo, per il quale può essere rivendicato un diritto di proprietà effettivo o "presunto".

---

Quando questi diritti prevalgono sulle rivendicazioni sociali di alcune qualità ambientali legate all'uso del suolo (qualità del suolo e delle acque, biodiversità), il perseguimento degli obiettivi ambientali può violare tali diritti e, dunque, può richiedere un indennizzo per l'espropriazione di tali diritti di proprietà, il che implica il cambiamento da diritti presunti a diritti effettivi, definiti dal livello di riferimento. Ci sono anche casi in cui i livelli di riferimento ambientale si evolvono di pari passo con il progresso tecnologico e la crescita economica e tendono verso specifici obiettivi ambientali per il suolo, l'acqua e l'aria, che sono livelli di qualità considerati auspicabili per l'ambiente, cioè per la salute umana e il biota.

La definizione degli obiettivi ambientali e i livelli di riferimento varia tra i paesi. Gli obiettivi ambientali dipendono dalle preferenze della società per la qualità dell'ambiente, mentre i livelli di riferimento dipendono dalle tradizioni del paese nella definizione dei diritti di proprietà. Un'efficiente regolazione degli obiettivi ambientali deve bilanciare i benefici degli scopi ambientali da raggiungere e le eventuali perdite di benessere dovute ad una minore produzione o consumo di altri beni e servizi. In altre parole, l'optimum di benessere globale si ottiene considerando la qualità dell'ambiente che può essere raggiunta alla luce delle condizioni tecnologiche prevalenti e le preferenze della società per tutti i beni e i servizi. Ma, mentre la definizione degli obiettivi ambientali è basata "sull'eco-efficienza" o su considerazioni ecologiche o di salute umana, il problema di identificare i livelli di riferimento ambientale rilevanti (chi dovrebbe sostenere i costi della riallocazione delle risorse per raggiungere gli obiettivi ambientali) è basato su considerazioni di equità e sui diritti di proprietà.

Il grafico illustra quattro differenti casi a cui gli agricoltori possono trovarsi di fronte in relazione ai seguenti parametri:

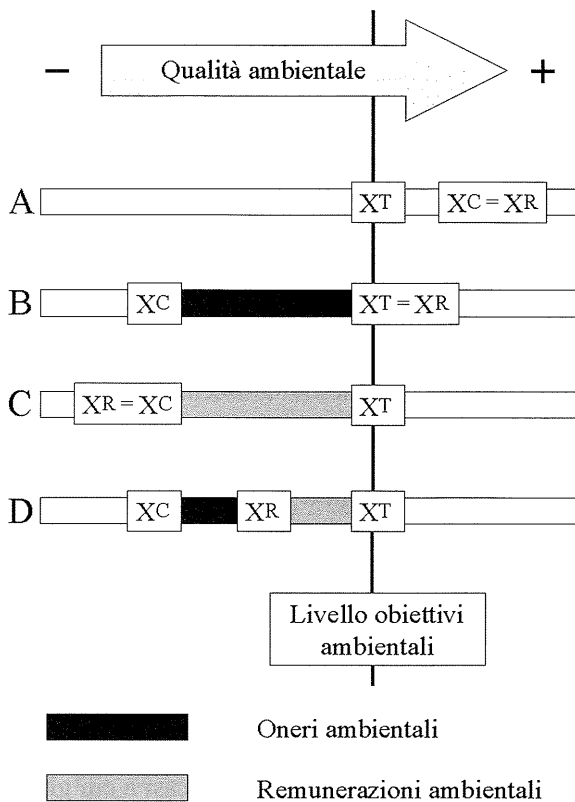
-  $X^T$  è il livello di qualità ambientale corrispondente agli obiettivi ambientali per il terreno, l'acqua e l'aria auspicabili per l'ecosistema e nei confronti della salute umana e degli altri esseri viventi.

-  $X^R$  è il livello di riferimento che deve essere raggiunto mediante l'uso di appropriate pratiche di produzione a spese dell'agricoltore. I livelli di riferimento possono coincidere con le buone pratiche agricole (BPA) richieste per raggiungere la qualità ambientale.

-  $X^C$  è il livello delle pratiche agricole correnti

Tutti i casi rappresentano un risultato ambientale e un'allocazione di risorse agricole identiche in quanto l'obiettivo ambientale  $X^T$  è lo stesso. La differenza tra i casi è la distribuzione dei costi collegati al rag-

giungimento degli obiettivi ambientali definiti (cioè chi sostiene oneri e chi riceve remunerazioni).



- Il **caso A** rappresenta una situazione in cui le pratiche agricole correnti forniscono un livello di qualità ambientale corrispondente al livello di riferimento ( $X^C = X^R$ ) che è superiore all'obiettivo ambientale  $X^T$ . Gli agricoltori, quindi, adottano già le pratiche agricole richieste per il raggiungimento dei benefici ambientali auspicati. Dato che  $X^T$  si raggiunge a zero costi, non è necessaria nessuna azione politica.

Il **caso B** rappresenta una situazione in cui le pratiche agricole attuali  $X^C$  forniscono un livello di qualità ambientale inferiore al livello di riferimento  $X^R$  che coincide con l'obiettivo ambientale  $X^T$  ( $X^T = X^R$ ). In questo caso gli agricoltori devono adottare le pratiche agronomiche necessarie per raggiungere l'obiettivo ambientale desiderato a proprie spese, in co-

erenza con i diritti di proprietà e il Polluter-Pays-Principle, principio fissato dal Consiglio dell'OCSE nel 1972, che significa che chi inquina dovrebbe sostenere le spese necessarie per attuare le misure stabilite dall'autorità pubblica per assicurare uno stato accettabile dell'ambiente.

Il **caso C** rappresenta una situazione in cui le pratiche agricole correnti forniscono un livello di qualità ambientale pari al livello di riferimento ( $X^C = X^R$ ) che è inferiore all'obiettivo ambientale  $X^T$ . In questo caso gli agricoltori possono essere ricompensati per passare dalle pratiche agricole correnti  $X^C$  a quelle necessarie per raggiungere l'obiettivo ambientale  $X^T$ . Ciò è coerente con il PPP poiché questo principio non implica un'espropriazione non ricompensata dei diritti della proprietà privata nel caso in cui l'uso a scopo produttivo delle risorse private e dei fattori della produzione competono con il raggiungimento di obiettivi ambientali. Comunque, spesso le politiche ambientali hanno un risvolto legale nel caso in cui i diritti di proprietà dell'uso del suolo siano diritti meramente "presunti" e non basati su esplicite definizioni legali. In questo caso, la definizione dei diritti di proprietà può passare agevolmente da diritti presunti a  $X^C$  a diritti più restrittivi a  $X^T$ .

Il **caso D** rappresenta una situazione in cui le pratiche agricole correnti  $X^C$  sono inferiori all'obiettivo ambientale  $X^T$ , ma anche al livello di riferimento  $X^R$ . In questo caso gli agricoltori devono adottare a proprie spese le pratiche agricole necessarie per raggiungere il livello di riferimento  $X^R$ . Invece, per migliorare ulteriormente fino all'obiettivo ambientale  $X^T$ , gli agricoltori possono essere remunerati.

### **Bibliografia**

1. Direttiva 91/676/CE del 12 dicembre 1991, relativa alla protezione delle acque dell'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee L 375 del 31 dicembre 1991.
2. D. lgs. 27 gennaio 1992, n. 99, Attuazione della Direttiva 278/86/CE concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura. Supplemento Ordinario G.U. n. 38 del 15 febbraio 1992.
3. Regolamento 2078/92/CE del 30 giugno 1992, relativo a metodi di produzione agricola compatibili con le esigenze di protezione dell'ambiente e con la cura dello spazio naturale. Gazzetta ufficiale n. L 215 del 30 luglio 1992.
4. D.M. MiPA del 19 aprile 1999, Approvazione del codice di buona pratica agricola. Supplemento Ordinario G.U. n. 104 del 4 maggio 1999.
5. D. lgs. 11 maggio 1999, n. 152, Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 271/91/CE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 676/91/CE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

Supplemento Ordinario G.U. n. 124 del 29 maggio 1999. Aggiornato con D. lgs. 18 agosto 2000, n. 258. Supplemento Ordinario G.U. n. 246 del 20 ottobre 2000.

6. Regolamento 1257/99/CE del 17 maggio 1999, sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo agricolo di orientamento e di garanzia (FEAOG) e che modifica ed abroga taluni regolamenti. Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee L 160/80 del 26 giugno 1999.
  7. Regolamento 1750/99/CE del 23 luglio 1999, recante disposizioni di applicazione del regolamento (CE) n. 1257/1999 del Consiglio sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo agricolo di orientamento e di garanzia (FEAOG). Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee L 214/31 del 13 agosto 1999.
  8. OECD, 2001. Improving the Environmental Performance of Agriculture. Policy Options and Market Approaches, Paris, France, 51 pp.
-



# NON POSSIAMO MANGIARCI LA TERRA



**IL.S.A.** produce **CONCIMI ORGANICI**, **CONCIMI ORGANOMINERALI** e **MICROELEMENTI COMPLESSATI** con **AMMINOACIDI** in grado di nutrire, curare e biostimolare tutte le colture; prodotti **EVOLUTI**, **EFFICIENTI** e **CONVENIENTI**, frutto di ricerche e sperimentazioni continue, in grado di garantire un'alta efficienza salvaguardando nel contempo la conservazione dell'ambiente e la sicurezza dell'operatore. **IL.S.A.** produce per gli agricoltori che coltivano oggi con la consapevolezza che, "su questa Terra", dovranno coltivare anche i loro figli.



**BIOPROTEINE E FERTILIZZANTI**

36071 ARZIGNANO (VI)

Tel. 0444/452020 r.a. - Fax 0444/671596

E Mail: [ilsa@ilsaspa.it](mailto:ilsa@ilsaspa.it) - <http://www.ilsaspa.it>