



[CHIMICA DEL TERRENO] La loro disponibilità è legata alle caratteristiche del suolo

I microelementi sono alla base della qualità delle produzioni

Fra le altre cose hanno un ruolo determinante sulle caratteristiche organolettiche e la serbevolezza dei frutti

[DI CLAUDIO MARZADORI]

Le piante per il loro sviluppo necessitano anche di un gruppo di elementi genericamente definiti microelementi. I microelementi riconosciuti al momento sono il ferro (Fe), il rame (Cu), lo zinco (Zn), il manganese (Mn), il molibdeno (Mo) e il boro (B). Talvolta, a questi elementi, vengono aggiunti anche il cloro (Cl), il sodio (Na), il cobalto (Co) ed il silicio (Si).

Più precisamente questi ultimi dovrebbero però essere definiti elementi accessori in quanto, pur essendo elementi utili per la nutrizione delle piante, la loro essenzialità non è ancora stata del tutto provata.

È comunque bene sgombrare il campo da ogni possibile equivoco generato dalla definizione microelemento, che non significa affatto elemento di secondaria importanza, ma semplicemente elemento richiesto in modeste quantità. Di fatto una carenza in Fe, o di altro micronutriente, porterà a un peggioramento delle performance produttive al pari di una carenza azotata piuttosto che fosfatica. Nel caso dei microelementi i fenomeni di carenza potrebbero però ripercuotersi soprattutto su alcune caratteristiche qualitative, organolettiche e/o legate alla conservabilità dei prodotti,

[TAB. 1 – NECESSITÀ

| Apporti di microelementi ritenuti sufficienti | |
|---|------------|
| ELEMENTO | KG/HA/ANNO |
| B | 1 |
| Zn | 2 |
| Cu | 2,5 |
| Mo | 0,1 |
| Co | 0,5 |

mentre l'accrescimento, in particolare in frutticoltura, potrebbe essere apparentemente normale.

Le richieste in microelementi delle principali colture di interesse agricolo, anche se modeste, possono risultare superiori alla disponibilità contingente del suolo. Da ciò nasce l'esigenza di porre attenzione alla nutrizione in microelementi ricorrendo, quando necessario, a una integrazione mediante la concimazione. Tuttavia, è bene rammentare che questi interventi sono, di norma, molto contenuti con somministrazioni che

al massimo sono dell'ordine di qualche kg di microelemento per ettaro/anno (tab. 1).

A tal proposito ricordiamo che, a differenza dei macroelementi, i microelementi hanno spesso una *zona di sufficienza* piuttosto ristretta con valori di concentrazione della *soglia di sub-carezza* e di *sub-tossicità* tra loro molto ravvicinati (tab. 2). Comunque, nel caso di importanti carenze è necessario intervenire, a seconda dei casi, con somministrazioni superiori a quelle suggerite in tabella 1.

[LA DISPONIBILITÀ

Un sistema che consenta di evitare interventi fertilizzanti approssimativi, che in taluni casi potrebbero addirittura rivelarsi dannosi, si deve necessariamente basare sulla conoscenza dei principali fattori capaci di influenzare la

disponibilità dei microelementi nel sistema suolo/pianta. Questi fattori, pur essendo i medesimi in tutti gli ambienti possono però avere un diverso peso in funzione dell'ambiente nel quale si opera. Conseguentemente l'influenza da loro esercitata sulla dinamica dell'elemento richiede una conoscenza specifica e puntuale relativamente all'ambiente agro-climatico nel quale ci si trova.

Da questo punto di vista è bene ricordare che la pratica della fertilizzazione a base di microelementi, contrariamente a quanto accaduto in altri Paesi, si è andata affermando in Italia solo in tempi relativamente recenti. Questo non ha sviluppato la nostra conoscenza della dinamica e della reale dotazione dei nostri suoli in microelementi assimilabili, che quindi spesso risulta scarsa e/o approssimativa.

La ricchezza di un suolo in microelementi dipende, in primo luogo, dalla natura del substrato pedogenetico da cui esso si è sviluppato. Di norma i suoli possiedono una dotazione in microelementi totali più che sufficiente a soddisfare le esigenze nutrizionali della maggior parte delle piante di interesse agricolo. Nonostante ciò non sono rari i casi

[TAB. 2 – VALORI NEI TESSUTI FOGLIARI

| SPECIE | ELEMENTO | CARENZA (MG/KG) | SUFFICIENZA (MG/KG) |
|--------|----------|-----------------|---------------------|
| MELO | Fe | <30 | 30-150 |
| | Cu | <4 | 5-12 |
| | Zn | <14 | 15-200 |
| | Mn | <25 | 25-150 |
| | B | <20 | 20-60 |
| | Mo | <0,05 | 0,1-0,2 |
| PESCO | Fe | <30 | 100-200 |
| | Cu | <3 | 6-12 |
| | Zn | <12 | 12-50 |
| | Mn | <30 | 20-300 |
| | B | <20 | 20-80 |
| | Mo | -- | -- |
| PERO | Fe | <30 | 100-800 |
| | Cu | <5 | 6-20 |
| | Zn | <16 | 20-60 |
| | Mn | <14 | 20-170 |
| | B | <15 | 20-60 |
| | Mo | -- | -- |

in cui si registrano *microcarenze*, in quanto le concentrazioni scendono al di sotto dei valori ritenuti ottimali per la nutrizione dei vegetali (tab. 3).

Queste osservazioni ci conducono quindi alla considerazione che non tutta la frazione di un microelemento presente nel suolo è disponibile per l'assorbimento radicale; gran parte di questa, infatti, può essere presente in forma insolubile (tab. 4).

La disponibilità dei microelementi dipende dalla loro ripartizione tra le forme minerali e organiche, da cui per alterazione e mineralizzazione vengono liberati in soluzione (fase liquida del suolo). La stabilità degli elementi in soluzione è poi funzione delle proprietà chimiche, fisiche e biologiche del suolo in esame: il pH, il contenuto in sostanza organica, la capacità di scambio cationico (CSC), i contenu-

ti in carbonato totale e calcare attivo, il regime idrico, l'attività biologica e il potenziale di ossidoriduzione (misura la quantità di ossigeno molecolare presente nel terreno).

[INFLUENZA DEL PH

Il pH svolge un'azione determinante nell'influenzare la stabilità dei microelementi nella soluzione del suolo. In particolare Fe, Mn, Cu e Zn (microelementi cationici) tendono a precipitare come ossidi insolubili, cioè in forme non assimilabili dalle piante, a pH > 7 (da neutro ad alcalino). Al contrario a pH tendenzialmente acidi (pH 6-6,5) i microelementi cationici tendono a rimanere in soluzione.

Diverso è invece il comportamento dei microelementi anionici B e Mo. Questi elementi, pur non formando precipitati insolubili, possono dare vita a processi, più o meno forti, di adsorbimento sulle superfici solide del suolo. Tuttavia, anche questi processi sono fortemente influenzati dal pH. Un pH neutro-alcalino tende a favorire i processi di adsorbimento del B mentre tende a favorire la mobilizzazione del Mo. A pH acidi invece si osserva un comportamento opposto (tab. 5).

Il pH, quindi, può fornire immediatamente un'idea di massima sulla disponibilità dei microelementi presenti in un determinato suolo. Questo fattore può quindi suggerire di modificare sia la quantità che il frazionamento delle distribuzioni di microelementi in rapporto al suo valore. Tuttavia l'esperienza ha insegnato che se il valore del pH del suolo sfavorisce la solubilità dei microelementi, difficilmente le carenze nutrizionali che ne conseguono potranno essere risolte modificando semplicemente tempistica ed

[TAB. 3 - SOGLIE ORIENTATIVE DI SUFFICIENZA

Frazione assimilabile di alcuni microelementi nei suoli (valori espressi in mg/kg).

| MICROELEMENTO | LINSAY E NORWELL (1978) ¹ | | | LAKANEN ED ERVIO (1971) ² | | |
|-----------------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------------------|---------|------------|
| | POVERO | NORMALE | BEN DOTATO | POVERO | NORMALE | BEN DOTATO |
| Ferro (Fe) | < 2,5 | 2,5-4,5 | > 4,5 | | 50-100 | |
| Manganese (Mn) | < 1,0 | 1,0-1,5 | > 1,5 | < 50 | 50-100 | > 100 |
| Rame (Cu) | < 0,2 | 0,2-1,0 | > 1,0 | < 5 | 5-10 | > 10 |
| Zinco (Zn) | < 0,5 | 0,5-1,0 | > 1,0 | < 5 | 5-10 | > 10 |
| Boro (B) ³ | < 0,2 ³ | 0,2-0,5 ³ | > 0,5 ³ | | | |

¹Metodo di Lindsay e Norwell (1978) (DTPA, trietanolammina e cloruro di calcio a pH 7,3) per suoli neutri o alcalini.

²Metodo di Lakanen ed Ervio (1971) (EDTA, acido acetico ed acetato d'ammonio a pH 4,65) consigliato per suoli acidi.

³Estratto di terreno in acqua calda (Metodo XVI - Metodi di analisi chimica del suolo, P. Violante Coord., Franco Angeli Editore, Milano, 2000).

[NEL SUOLO Attività biologica

Un aspetto che tende ad essere sottovalutato, ma che invece può avere un ruolo determinante nella mobilitazione di elementi nutritivi, è dato dall'**attività biologica** del suolo. La biomassa microbica del suolo e gli apparati radicali

delle piante, infatti, sono in grado di svolgere attività che possono, a seconda dei casi, favorire o meno la mobilitazione di microelementi.

Le radici e i microrganismi svolgono attività respiratorie, legate al loro metabolismo, che portano alla liberazione di anidride carbonica (CO₂). Durante la primavera, specialmente se questa si presenta piovosa, è possibile assistere, assieme alla ripresa delle attività biologiche, ad un aumento della concentrazione di questo gas nella fase liquida del suolo con conseguente formazione di ioni carbonato e bicarbonato in grande abbondanza.

In presenza di calcio libero (Ca²⁺), situazione del tutto normale nei suoli italiani, soprattutto se calcarei, si potrebbe anche osservare la formazione e la precipitazione di carbonato di calcio (calca-

re). Come sappiamo dalle conoscenze di chimica del suolo, la presenza di queste sostanze porta il pH del suolo a stabilizzarsi su valori vicini ad 8. Il che potrà determinare una maggiore difficoltà per le piante ad assorbire tutti quei microelementi poco solubili a pH neutro-alcalini. Fortunatamente l'attività degli organismi che vivono nel suolo comprende anche processi che determinano un beneficio relativamente all'assimilabilità dei microelementi. Tra questi ricordiamo la capacità di rilasciare agenti chelanti (ad esempio siderofori di origine microbica) che sono particolarmente efficaci nella mobilitazione di elementi quali il Fe.

Il quadro presentato lungi dall'essere esaustivo delle complesse relazioni che si stabiliscono tra caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche del suolo e solubilità dei microelementi, vuole tuttavia essere uno stimolo per gli operatori del settore, inclusi i produttori di fertilizzanti, a basare sempre più le proprie scelte sulle conoscenze scientifiche a nostra disposizione. Questa via è l'unica possibile per raggiungere il traguardo di un'attività agricola sempre più efficiente e attenta alla qualità dei prodotti e dell'ambiente. ■

entità delle distribuzioni.

Di fatto se si interviene con una distribuzione, anche massiccia, di Fe solubile (per esempio con solfato ferroso) in un suolo calcareo questo tenderà molto velocemente a precipitare senza portare nessun vantaggio alla nutrizione delle piante. A meno che il Fe non venga protetto dai fenomeni di precipitazione. È ormai ben nota la pratica che prevede l'utilizzazione di chelati di Fe di origine sintetica con la scopo di eliminare i problemi di clorosi ferrica nei suoli calcarei. Quello che è meno noto è che nel suolo sono presenti sostanze naturali altrettanto ca-

pacì di proteggere il Fe, ed in generale tutti i microelementi cationici, dalla precipitazione.

[LA SOSTANZA ORGANICA

Le sostanze presenti nel suolo capaci di svolgere questo compito sono molteplici, e possono avere diversa origine, ma certamente quella capace di svolgere l'azione più poderosa è la **sostanza organica** e in particolare la frazione umificata (sostanze umiche o più comunemente conosciute come acidi umici e fulvici).

Suoli ben dotati in carbonio (C) organico tenderanno quindi a mantenere i microelementi in forma più disponibile e si

opporranno a fenomeni di precipitazione a carico di microelementi addizionati al suolo.

La sostanza organica, inoltre, essendo costituzionalmente ricca di microelementi, potrà anche rilasciarne in soluzione in seguito ai processi di mineralizzazione del C organico.

Suoli con buone dotazioni organiche sono quindi da considerarsi, in generale, più reattivi alle fertilizzazioni chimiche in quanto la sostanza organica, mediante la sua azione chelante, contrasta il passaggio degli elementi in forme non più assimilabili.

Il ruolo svolto dalla CSC è legato alla ricchezza del suolo di sostanza organica, di minerali argillosi ed è influenzato dal pH. In generale si può rilevare che la CSC tende ad assumere valori elevati (> 20 cmol₍₊₎/kg, in terreni ben dotati in sostanza organica, tendenzialmente argillosi e caratterizzati da un pH neutro-alcalino. Al contrario, suoli sciolti e con un basso contenuto di sostanza organica tenderanno a presentare valori della CSC bassi (< 15 cmol₍₊₎/kg), così come anche di norma i suoli acidi.

Quando la CSC è troppo bassa è indice di un suolo povero con scarsa capacità di trattenere gli elementi cationici che più facilmente possono essere persi. La problematica sarà del tutto rovesciata in caso di terreni con C.S.C. molto elevata nei quali l'adsorbimento degli elementi cationici potrebbe essere tanto forte da competere addirittura con le radici per la loro utilizzazione. ■

L'autore è del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali - Università di Bologna

[TAB. 4 - I MICROELEMENTI NEL TERRENO

| MICROELEM. | ASPORTAZIONI * (KG/HA) | CONTENUTO TOTALE NEL TERRENO (KG/HA) |
|------------|------------------------|--------------------------------------|
| Fe | 0,5 | 2000-100.000 |
| Cu | 0,1 | 2-200 |
| Zn | 0,2 | 20-50 |
| Mn | 0,5 | 100-10.000 |
| B | 0,2 | 4-100 |
| Mo | 0,01 | 0,5-10 |

*Modificato da E.W. Russel, "Il terreno e la pianta". Edagricole 1982.

[TAB. 5 - SOLUBILITÀ

| ELEMENTO | PH DI MASSIMA DISPONIBILITÀ |
|----------|-----------------------------|
| Fe | 3,0-6,5 |
| Cu | 5,0-7,5 |
| Zn | 3,5-7,0 |
| Mn | 3,0-6,5 |
| B | 5,0-7,2 |
| Mo | 6,5-9,0 |