

[CHIMICA] Riveste un ruolo importante nella nutrizione delle piante e nel metabolismo vegetale

Boro, elemento essenziale per garantire resa e qualità

[DI CLAUDIO MARZADORI* E CLAUDIO CIAVATTA*]

Nonostante l'Italia sia uno dei maggiori produttori di boro (B) l'impiego di questo elemento nutritivo nelle nostre campagne è stato finora molto trascurato. Oggi sono ormai numerose le osservazioni di pieno campo nelle quali opportune somministrazioni di concimi a base di B hanno permesso non solo di eliminare sintomi di carenza, ma di aumentare anche le rese e la qualità delle produzioni.

Il boro (B) è un elemento essenziale per la nutrizione delle piante e come tale svolge specifiche funzioni nel metabolismo vegetale. È ad esempio noto che il B ha un importante ruolo nei meccanismi di sintesi, trasporto e accumulo degli zuccheri, nella germinazione del polline e nello sviluppo del budello pollinico. Influenza inoltre l'attività dei tes-

suti meristemati degli apici fogliari e delle radici, controlla l'assorbimento e la mobilità del calcio. Stabilisce interazioni con la matrice polisaccaridica della parete cellulare e dell'apoplasto (pectine), influenzandone struttura e stabilità. È invece stato accertato che non rientra nella struttura degli enzimi, né sembra necessaria la sua presenza per attivarli.

Il B è inoltre coinvolto nei processi di azotofissazione dai quali traggono grande beneficio, tra le altre, colture come la soia, il fagiolo e la medica.

[COLTURE E CARENZE

Tuttavia non tutte le colture presentano le medesime esigenze per la nutrizione borica. Le orticole, la vite e quelle frutticole sono da considerarsi le colture maggiormente sensibili alla carenza di B (v. tabella 1). Negli alberi da frutto la caren-

Le interazioni

che lo rendono

poco assimilabile

nel suolo sono

pH elevato e

basso contenuto in

sostanza organica

za di B si manifesta con la cascata dei frutti e può influire in modo sostanziale sulla qualità dei prodotti. Da questo punto di vista appare determinante l'influenza esercitata dal B sul trasporto del calcio. La carenza di B può portare alla formazione di tacche suberose all'interno dei frutti stessi, tumefazioni della buccia e deformazioni dei frutti. Nella vite la carenza dell'elemento porta, tra le altre, a gravi anomalie nella formazione dei grappoli. Sulle piante di cavolfiore sono da

considerarsi particolarmente gravi le deformazioni a carico delle infiorescenze che restano piccole, rade e irregolarmente sviluppate. I sintomi sulla carota possono essere evidenti sulla parte epigea della pianta solo in caso di gravi carenze. Le foglie restano piccole con possibili degenerazioni del punto di crescita, è tipica la colorazione giallo rossastra delle foglie provocata dalla scarsa formazione di clorofilla. Carenze meno gravi possono determinare danni solo a carico della parte ipogea che tuttavia in questo caso rappresenta il prodotto commerciale.

In tutti i casi, comunque, le soglie di carenza e di tossicità sono piuttosto ravvicinate rendendo maggiormente complicate le modalità di fertilizzazione borica. Le colture orticole, in particolare, possono essere esposte a questo tipo di

[DISTRIBUZIONE Sulle foglie e sul terreno

coltosa la mobilità dell'elemento nel sistema suolo pianta, ad es. pH elevato, o quando sono richieste piccole quantità. Le somministrazioni fogliari sono inoltre caratterizzate dalla rapidità dell'effetto. Tuttavia per risolvere il problema della carenza borica nel lungo periodo sono certamente da preferirsi somministrazio-

ni al suolo con le quali si possono aggiungere maggiori quantità d'elemento senza incorrere in problemi di tossicità. Si ricorda che una somministrazione intorno a 1 kg/ha anno di B si può ritenere sufficiente a risolvere molti dei problemi di B-carenze nella maggior parte dei suoli. Nelle tabelle 2 e 3 sono riportati i dosaggi ritenuti ottimali per trattamenti a base di B al suolo o alle foglie. Nel caso delle concimazioni a base di B è poi essenziale che il fertilizzante sia somministrato al suolo in modo estremamente uniforme. Se non lo fosse si potrebbero creare microniche con una concentrazione di B tale da provocare fenomeni di tossicità. ■

[NORME UE Classificazione, ecco le novità

I concimi a base di microelementi e l'aggiunta di questi ultimi ai concimi stessi è regolamentata a livello europeo dal Reg. CE 2003/2003 e a livello nazionale dal D.lgs. 217/06. Entrambe le norme hanno in comune i quantitativi minimi di microelemento che possono essere dichiarati. Per quanto riguarda il boro tale limite viene definito prodotto per prodotto nel caso di concimi minerali per l'apporto di microelementi o a base di microelementi, mentre in entrambe le norme il quantitativo minimo di boro che può essere aggiunto ai concimi è lo 0,01%.

Questa la premessa per valutare le novità che l'Unione europea ha introdotto nel sistema di classificazione ed etichettatura dei composti del boro e dei preparati che lo contengono ai fini della loro immissione sul mercato.

È infatti appena terminato un confronto a livello europeo sulla necessità di rivedere le norme in maniera più restrittiva.

Si sta attendendo a giorni la pubblicazione sulla Guce di una direttiva che andrà a emendare e adeguare per la trentesima volta la Direttiva 67/548 Cee relativa alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose. Con questo provvedimento alcuni composti del boro, precisamente l'acido borico, il triossido di boro, il tetraborato di sodio anidro, penta e deca idrato, passano di Categoria 2 e verranno classificati tossici per la riproduzione. Questa decisione, per la verità non del tutto condivisa dal mondo accademico, è frutto di un lungo processo di verifica tra i vari Stati membri iniziato nel 2005. Vengono ora introdotti vincoli di etichettatura che diventano: il simbolo T o il teschio sull'etichetta, accompagnato dalle frasi di rischio: R60 (può ridurre la fertilità) e R61 (può danneggiare i bambini non ancora nati), insieme alle frasi di prudenza S53 (Evitare l'esposizione - procurarsi speciali istruzioni prima dell'uso) e S45 (In caso di incidente o di malessere consultare immediatamente il medico se possibile e mostrargli l'etichetta). Utilizzando poi il principio del "rischio" per definire la tossicità la

che ne riducono l'assimilabilità sono fondamentalmente due: il primo si basa sulla formazione di interazioni tra l'anione borato e la sostanza organica che di fatto non ostacolano il rilascio dell'elemento mano a mano che la sua concentrazione nella soluzione del suolo si riduce; il secondo meccanismo è invece di tipo indiretto. Questo si basa sulla capacità delle sostanze umiche di ricoprire la superficie dei minerali del suolo, in questo caso ossidi e idrossidi di Fe e Al, riducendone la capacità d'adsorbimento e, fatto determi-

nante, occupando siti di possibile interazione con i borati. In conseguenza i borati vedranno ridotte le possibilità di stabilire interazioni con ossidi e idrossidi che di fatto competono con successo con le radici per l'assorbimento dell'elemento.

Considerando che i suoli con pH compreso tra 7 e 8,5 sono molto diffusi in Italia, e che il livello di sostanza organica è in costante calo in quasi tutti i terreni agricoli, è evidente come possano essere tutt'altro che infrequenti casi di subcarenza o carenza borica che possono interferire negativamente

con la produttività. In proposito ricerche eseguite sulla fertilità borica dei suoli italiani hanno evidenziato un livello di B solubile inferiore alla sufficienza in circa l'85% dei casi, mentre solo il 18% dei campioni analizzati ha presentato un livello borico tra la sufficienza e la ricchezza. La scarsa conoscenza che in generale abbiamo delle dotazioni in microelementi dei suoli italiani non ci consentono, al momento, di poter stimare in modo affidabile le conseguenze delle carenze e delle microcarenze sulla qualità e quantità delle

produzioni agricole maggiormente sensibili alla carenza borica. Da questo punto di vista sembrerebbe auspicabile proporre, e in alcuni casi riproporre, approfondite indagini sulla dotazione dei suoli in microelementi con il duplice scopo di razionalizzare gli interventi e migliorare la qualità delle produzioni, aspetto sempre più decisivo per l'adeguata collocazione dei prodotti sul mercato. ■

*Dipartimento di Scienze e tecnologie agroambientali - Università di Bologna

[LE SOGLIE CHE ADOTTERÀ LA UE

| NOME CHIMICO | LIMITE DI CONCENTRAZIONE (%) |
|----------------------------------|------------------------------|
| Acido borico | C ≥ 5,5 |
| Ossido di boro | C ≥ 3,1 |
| Tetraborato di sodio decaidrato | C ≥ 8,5 |
| Tetraborato di sodio pentaidrato | C ≥ 6,5 |
| Tetraborato di sodio anidro | C ≥ 4,5 |

Ue ha introdotto delle soglie di concentrazione oltre le quali scatta l'obbligo di etichettatura per quei preparati che contengono una delle sostanze sopra citate. Nella tabella 4 viene riportata la soglia che verrà adottata e che, in termini di boro, significa un limite di concentrazione di circa l'uno per cento.

Di conseguenza la commercializzazione di prodotti che contengono più dell'1% di boro proveniente da una di quelle cinque sostanze comporterà che:

- le sostanze e i preparati classificati "tossici per la riproduzione, categoria 2, R60 - R61", non potranno essere venduti al pubblico direttamente (direttive 94/60/Cee) e dovranno essere adottate misure di sicurezza per evitare che i lavoratori e i consumatori possano venire a contatto con le sostanze, ad es. prevedendo ambienti chiusi per la loro conservazione (come per gli agrofarmaci);
- l'uso di sostanze o preparati così classificati non sarà autorizzato per i giovani lavoratori (direttiva 94/60/Cee);
- i rifiuti prodotti da questa sostanza o preparati saranno classificati "rifiuti pericolosi" (Direttiva 91/689/Cee);
- il trasporto di queste sostanze o preparati saranno regolamentati dal trasporto merci pericolose (Direttiva 94/55/Ce, Direttive quadro ADR e RID).

di Marino Manstretta

Assofertilizzanti/Federchimica

[TAB. 1 - SENSIBILITÀ ALLA CARENZA

| COLTURE A SENSIBILITÀ MEDIO/ELEVATA | COLTURE POCO SENSIBILI |
|-------------------------------------|------------------------|
| Melo | Avena |
| Olivo | Frumento |
| Vite | Sorgo |
| Carota | Asparago |
| Cavolfiore | Cipolla |
| Girasole | Cetriolo |
| Medica | Fagiolo |
| Pesco | Segale |
| Lattuga | Patata |
| Barbabietola | Tabacco |

[TAB. 2 - TRATTAMENTI TERRENO

| SPECIE | KG/HA ANNO |
|------------------|------------|
| Vite | 2,1÷7,5 |
| Cavolo Cappuccio | 1,0÷2,1 |
| Cetrioli | 1,0÷2,1 |
| Cavolfiore | 1,0÷2,1 |
| Cipolle | 1,0÷2,1 |
| Sedano | 1,0÷2,1 |
| Pomodori | 1,0÷1,5 |

[TAB. 3 - TRATTAMENTI FOGLIARI

| SPECIE | KG/HA ANNO |
|------------------|------------|
| Vite | 1,0÷2,1 |
| Pere e mele | 0,45÷1,0 |
| Agrumi | 0,52÷1,0 |
| Prugne | 0,52÷1,0 |
| Cavolo Cappuccio | 1,0÷2,1 |
| Cavolfiore | 1,0÷2,1 |
| Pomodori | 1,0÷2,1 |

problematica in quanto la rapida successione delle coltivazioni sul medesimo appezzamento potrebbe provocare sintomi di tossicità sulle colture in successione caratterizzate da elevate sensibilità nei confronti del B. Le somministrazioni di B devono poi essere modulate in base alle caratteristiche chimico-fisiche del suolo, che possono influenzare in maniera decisiva l'assimilabilità dell'elemento.

[CONDOTTA NEL SUOLO

Il B nel suolo, contrariamente ad altri microelementi, non dà vita a composti insolubili, anche se può essere presente in forme poco disponibili. Le interazioni che rendono questo elemento poco assimilabile per le piante sono favorite da specifiche caratteristiche chimico-

fisiche del suolo, ad esempio pH elevato e basso contenuto in sostanza organica.

A pH superiori a 7, infatti, la forma prevalente del B è quella del borato che, rispetto alla forma acida (acido bórico), presenta una maggiore affinità per le superfici adsorbenti quali ossidi di Fe, Al, argille e sostanza organica. L'adsorbimento del B aumenta fino a pH di 8,5, poi tende a diminuire a causa della competizione esercitata dagli ossidrilici OH⁻ al crescere del pH. Tuttavia, non tutte le interazioni che il B stabilisce con i costituenti solidi del suolo sono caratterizzate dalla medesima stabilità. È ad esempio noto che il B immobilizzato sugli ossidi e idrossidi di Fe e Al risulta nettamente meno disponibile per la nutrizione delle piante rispetto a quello ad-

sorbito sulle particelle di sostanza organica umificata.

Esperienze condotte dagli autori del presente articolo hanno chiaramente dimostrato che le sostanze organiche del suolo sono in grado di adsorbire con facilità elevate quantità di B che possono, altrettanto facilmente, essere rilasciate in soluzione. Si dice che l'adsorbimento e il rilascio del B dalla sostanza organica è di tipo reversibile. Gli ossidi e idrossidi di Fe e Al, a loro volta, mostrano una fortissima affinità per il B, che una volta adsorbito non viene però rilasciato con facilità. Si dice che in questo caso l'adsorbimento e il rilascio del B è di tipo isteretico.

La presenza nel suolo di forme di B poco assimilabili è testimoniata anche dal fatto che mediamente la sua dispo-

nibilità risulta pari al 5% del B totale. Il dato analitico di riferimento per il B assimilabile è quello dell'elemento solubile in acqua calda. La soglia di carenza al di sotto della quale si consiglia l'uso di concimi a base di B è stabilita tra 0,25 e 0,5 mg di elemento solubile in acqua calda/kg di terreno. La soglia oltre la quale si cominciano a correre rischi di tossicità è situata attorno a 1 mg di elemento solubile in acqua calda/kg di terreno.

[LA FRAZIONE UMIFICATA

Il contenuto del suolo in sostanza organica, in particolare della frazione umificata, è in genere correlata con una buona dotazione di B assimilabile. I meccanismi attraverso cui la sostanza organica protegge il B dalla formazione di interazioni

[NEL TERRENO La parte umica è la "chiave"

canismi risiede nella complessità strutturale delle sostanze umiche che sono importanti componenti della sostanza organica del suolo. La complessità strutturale delle sostanze umiche, che si traduce nella presenza di un'ampia varietà di gruppi chimici funzionali, consente loro di stabilire, indifferentemente, interazioni sia con elementi cationici che anionici. Questa capacità non è certamente esclusiva delle molecole umiche, ma la particolarità di queste

Così come osservato a carico di altri microelementi, in particolare quelli cationici, la sostanza organica pare giocare un ruolo determinante nella formazione e nel mantenimento di frazioni di B assimilabile per le piante. La chiave di questi me-

interazioni è quella di essere sufficientemente forti per impedire perdite per lisciviazione o fenomeni d'insolubilizzazione per precipitazione, e al contempo permettere il rilascio delle sostanze immobilizzate in seguito alla diminuzione della loro concentrazione nella soluzione del suolo. Una buona dotazione di sostanza organica appare quindi come una condizione indispensabile per mantenere un adeguato livello di B disponibile nel suolo. Da non sottovalutare, poi, vi è anche il fatto che la sostanza organica, mediante la propria azione, rende i suoli maggiormente reattivi alle fertilizzazioni minerali, sia mantenendo gli elementi in forma assimilabile sia migliorando le condizioni di abitabilità del terreno per gli apparati radicali e per i microrganismi responsabili dei processi di mineralizzazione della sostanza organica stessa. ■