

# IFS

INTERNATIONAL FERTILISER SOCIETY

Cambridge 15/17 Dicembre 2002

Conferenza Internazionale

**“Fertilizzanti a base di Zolfo: Domanda, Produzione, Utilizzo”**



La drastica riduzione delle emissioni in atmosfera di SO<sub>2</sub> e le relative e conseguenti diminuzioni degli apporti al terreno mediante le piogge, le colture intensive, gli scarsi apporti di zolfo con i concimi almeno negli anni precedenti, l'uso di antioidici alternativi allo zolfo, hanno determinato delle carenze nei terreni e nelle colture di questo elemento nutriente importantissimo e fondamentale nella fisiologia vegetale, nella quantità e qualità dei raccolti.

Nei paesi in cui le leggi antinquinamento sono state più rigide si è assistito ad una più rapida manifestazione della carenza di zolfo riscontrata con analisi ai terreni ma soprattutto con un lento ma costante decremento quantitativo ma soprattutto qualitativo della produzione agricola.

$$\text{DOTAZIONE SUOLO} + \text{APPORTI SO}_2 \leq \text{FABBISOGNO CULTURA} + \text{PERDITA POTENZIALE}$$

Fig. 1 Schema grafico per la valutazione della carenza di zolfo

Lo schema appena riportato ci dice che se la somma della dotazione di zolfo nel terreno e gli apporti di SO<sub>2</sub> mediante le piogge è minore della somma tra il fabbisogno della coltura e la perdita potenziale siamo in presenza di carenza nel terreno ed è necessario apportare zolfo nella fertilizzazione.

Nel caso le due somme siano uguali c'è un rischio di carenza che si può manifestare se qualcuna delle variabili dovesse modificarsi.

L'importanza dello zolfo come elemento fertilizzante è pari ed in alcuni casi maggiore di quella dell'azoto, del fosforo e del potassio e tuttavia bisogna ammettere che ancora oggi si effettua una fertilizzazione poco corretta ed equilibrata perché non si tiene in debito conto lo zolfo come elemento nutriente.

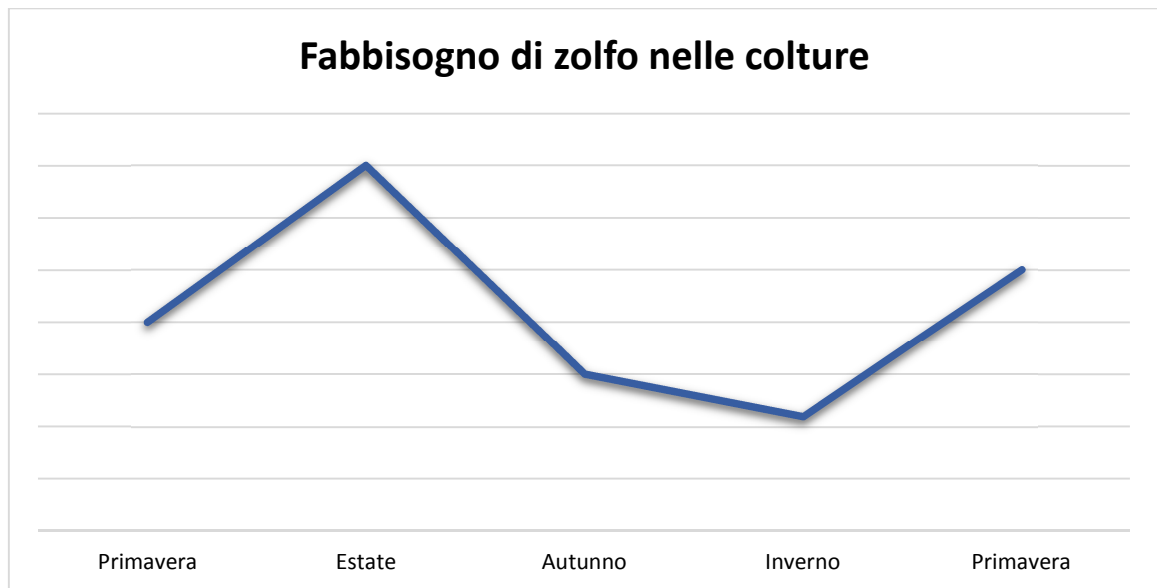


Fig. 2 *Fabbisogno di zolfo delle colture durante l'anno*

Si è visto che nel corso dell'anno il fabbisogno di zolfo è crescente dalla primavera fino all'estate per cominciare a decrescere in autunno fino ai mesi invernali in cui il fabbisogno è minimo. Questo testimonia l'importanza della scelta della fonte da cui apportare zolfo proprio perchè, a seconda dell'epoca di distribuzione e del relativo fabbisogno, si possono utilizzare forme diverse di zolfo.

Lo zolfo in forma di solfato, che è la forma più solubile e immediatamente disponibile ed assimilabile dalle piante, può essere apportato dal Gesso (Solfato di Calcio) e dal Solfato Ammonico. Il basso contenuto di zolfo nel gesso comporta alti dosaggi nella fertilizzazione e soprattutto esaurito il potere fertilizzante e acidificante dello zolfo rimane al terreno un notevole quantitativo di calcio che potrebbe non essere necessario ai fini di una corretta fertilizzazione.

Il Solfato Ammonico è immediatamente disponibile alle piante ma è facilmente dilavabile e può creare dei problemi di assimilazione soprattutto nei terreni alcalini.

Lo Zolfo elementare è invece un ideale acidificante a lenta cessione perchè necessita di un processo di ossidazione che dipende da fattori ambientali quali calore, umidità, aerazione, pH, presenza di sostanza organica e flora batterica (tiobacilli) che è fortemente influenzato dalla dimensione delle particelle dello zolfo.

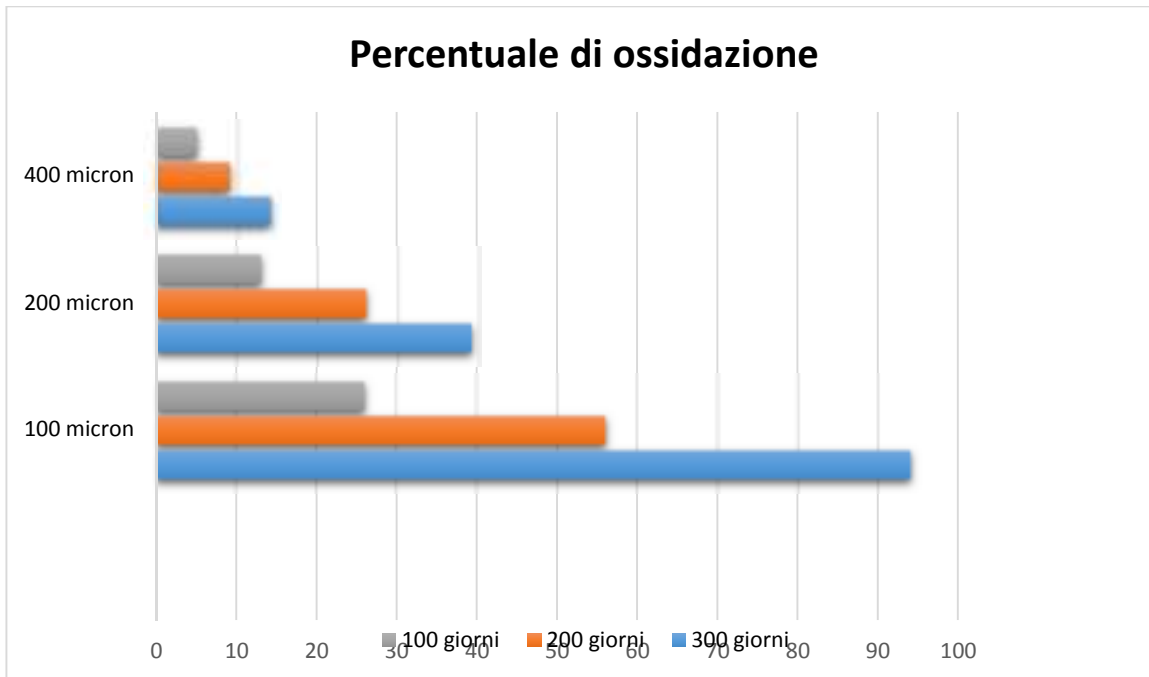


Fig. 3 *Percentuale di ossidazione dello zolfo elementare in funzione della dimensione delle particelle*

Osservando la figura 3 si vede in modo evidente che la dimensione delle particelle a parità di tutte le altre condizioni influenza enormemente il processo di ossidazione dello zolfo e la sua trasformazione in solfato disponibile ed assimilabile dalle piante.

Se il solfato è la forma più solubile ed immediatamente disponibile alle piante, è però anche la forma che più si presta a perdite potenziali che si distinguono in Dilavamento/lisciviazione e Volatilizzazione.

Le perdite per dilavamento/lisciviazione sono senza dubbio le più importanti specialmente nei terreni che hanno scarsa capacità di assorbimento dei solfati come sono i terreni alcalini o con  $\text{pH} > 6,5$ . Le perdite per lisciviazione dipendono anche dalle caratteristiche e proprietà fisico-chimiche del suolo, dalle condizioni climatiche, dalle tecniche di coltivazione e dagli apporti di zolfo.

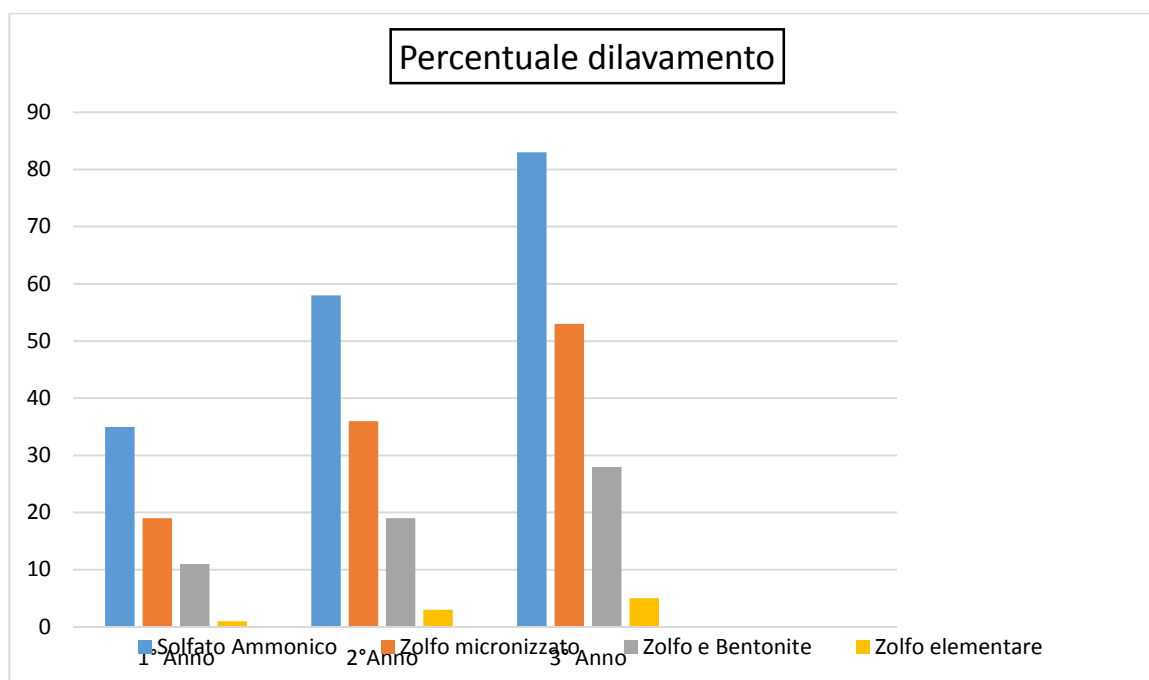


Fig. 4 Dilavamento in percentuale dello zolfo nelle sue forme principali

C'è uno studio fatto in Inghilterra in cui si confrontano le perdite per dilavamento dello zolfo nelle varie forme. Sono stati confrontati tre differenti tipi di zolfo ed il solfato ammonico. La prova è stata svolta apportando 50 kg/ha di zolfo in autunno. Si è visto che in 3 anni il processo di dilavamento è più rapido con lo zolfo micronizzato, è minore con la miscela di zolfo e bentonite quasi nullo con lo zolfo elementare, anche se la forma più lisciviabile è senza dubbio il solfato ammonico come mostra la figura 4.

Da questo si evince che la fertilizzazione con solfato ammonico è quella che provoca le perdite più gravi data l'alta lisciviabilità, per cui si ritiene fondamentale anche l'epoca di apporto. Si è visto che un apporto autunnale di solfato ammonico non è molto utile perché si effettua nel momento in cui il fabbisogno di zolfo nelle piante decresce e soprattutto con le piogge invernali si dilava facilmente. Se si vuole impiegare il solfato ammonico è preferibile la concimazione primaverile.

La fertilizzazione con zolfo elementare fatta in autunno è consigliabile data la sua forte stabilità nel terreno e considerato che le piogge invernali contribuiscono a creare le condizioni di umidità che facilitano il processo di ossidazione.

Lo zolfo elementare è a lenta cessione per cui la pianta lo assorbe in forma di solfato nel momento in cui ne ha bisogno e nei periodi in cui il fabbisogno non è elevato lo zolfo svolge una importante funzione acidificante del terreno con i benefici di cui si è parlato.

Per essere assimilabile lo zolfo elementare deve subire un processo di ossidazione che avviene in 4 fasi influenzate da alcune variabili tra cui:

- Presenza di microorganismi (tiobacilli)

- Presenza di sostanza organica
- Dimensione delle particelle di zolfo
- Caratteristiche del suolo (pH – tessitura – aerazione – ecc.)
- Caratteristiche ambientali (temperatura – umidità – precipitazioni – ecc.)
- Altri processi (mineralizzazione – immobilizzazione)

S	S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	SO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>
ZOLFO ELEMENTARE	TIOSOLFATO	TETRATIONATO	SOLFITO	SOLFATO

Fig. 5 Fasi del processo di ossidazione dello zolfo

L'importanza dello zolfo nella fisiologia vegetale è strettamente legata alla sintesi degli aminoacidi essenziali Cistina e Metionina necessari alla fabbricazione delle proteine, ma anche ad altri metaboliti quali il Glutatione ed altri composti secondari quali le Alliine, Glucosinati, Fitochelatine, molti dei quali hanno una grande importanza nella protezione delle piante dai pesticidi e dallo stress ambientale, nella qualità del cibo e nella produzione di fitofarmaci.

Nella fisiologia vegetale lo zolfo è fondamentale per l'assimilazione dell'azoto nel senso che la presenza di zolfo ne facilita il metabolismo all'interno delle piante evitando l'accumulo di nitrati e rendendo possibile anche una diminuzione degli apporti di azoto.

Sicuramente la Cistina ricopre il maggior ruolo nel metabolismo dello zolfo e dell'azoto nelle piante, ed essendo un aminoacido incorporato nelle proteine serve alla sintesi della Metionina che è un aminoacido essenziale. Un rapporto squilibrato tra N/S comporta di sicuro minori risultati agronomici in termini di quantità e qualità, ma anche in termini di efficacia delle concimazioni azotate.

Le piante sono in grado di metabolizzare altre forme di zolfo che non siano i solfati assorbiti dalle radici. I depositi di SO<sub>2</sub> mediante le piogge sono una fonte poco importante ormai viste le leggi antinquinamento, e poco conosciuta è la capacità di assorbimento dei composti gassosi dello zolfo attraverso le foglie per via stomatica.

L'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) assorbita dalle foglie può essere metabolizzata direttamente oppure a seconda del grado di resistenza interna dato dalla mesofilla, viene metabolizzata come Cistina e successivamente in forma di altri metaboliti quali il Glutatione e proteine.

Studi recenti hanno dimostrato che il Glutatione è in grado di aumentare il livello di protezione delle piante contro pesticidi e stress ambientali essendo capace di contrastare ossidi tossici, idroperossidi, radicali liberi ecc.

Le difficoltà connesse all'analisi delle carenze di zolfo legate essenzialmente alle metodologie utilizzate, ai modelli di riferimento, alle variabili da considerare non possono però allontanare l'attenzione dal vero problema che si manifesta sempre più nel mondo. Basti pensare che nei prossimi anni si stima una carenza di circa 10 milioni di tonnellate di cui solo 500.000 nell'Europa occidentale.

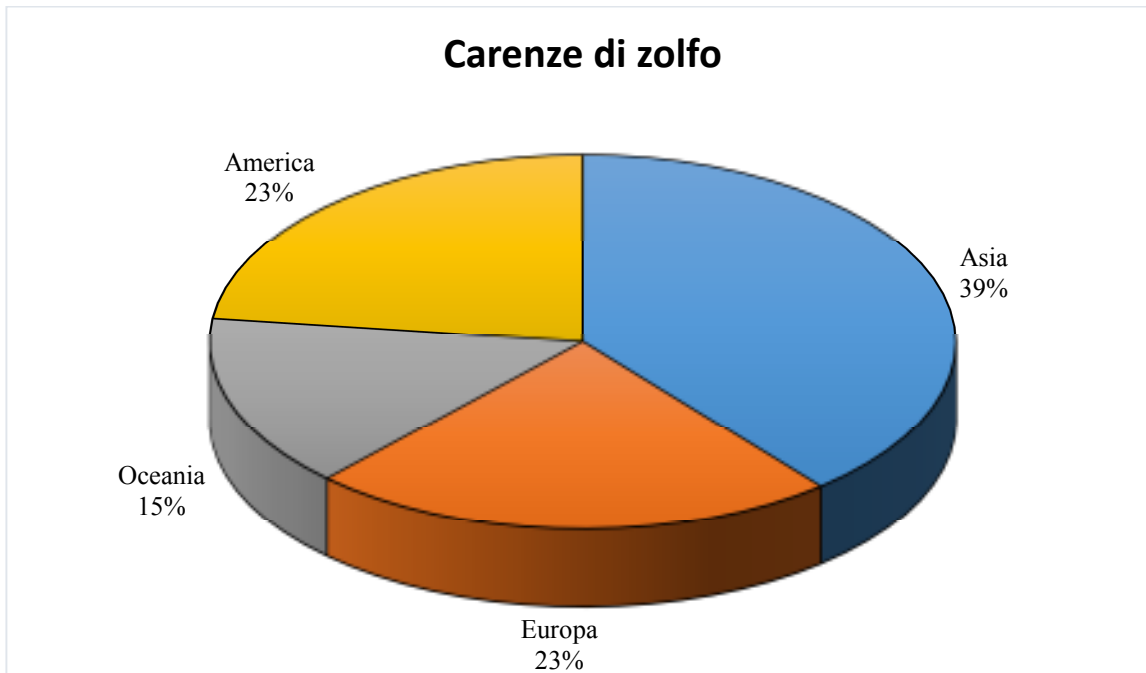


Fig. 6 *Suddivisione percentuale del fabbisogno di zolfo stimato per i prossimi 10 anni*

## CONSIDERAZIONI FINALI

Esistono varie fonti da cui si può apportare zolfo al terreno, ma gli studi condotti hanno dimostrato che la quantità di zolfo apportata con le piogge, con le concimazioni (solfato ammonico, urea solfato, solfato di potassio ecc) è insufficiente al fabbisogno dei terreni e delle colture, si capisce come il futuro sia dello zolfo elementare che ha il grande vantaggio di essere in alta concentrazione e può essere facilmente distribuito, è a lenta cessione, acidifica il terreno e svolge più funzioni contemporaneamente.