

14. Nutrizione minerale delle piante e fertilizzanti

Paolo Baroncelli, Stefano Landi

Introduzione

La gamma dei fertilizzanti disponibili sul mercato è estremamente ampia in termini di tipologie e di costi, e orientarsi nella scelta dei prodotti più opportuni non è facile. Del resto si tratta di scelte che hanno ripercussioni importanti sull'azienda sia da un punto di vista tecnico sia da un punto di vista economico. In questo capitolo intendiamo affrontare i principali temi che possono aiutare in questo processo. Ciascuno dei paragrafi che segue affronta gli argomenti in modo estremamente sintetico: l'obiettivo non è una trattazione completa, ma fornire gli strumenti essenziali per scegliere in modo razionale il prodotto più opportuno nella specifica situazione. Per una trattazione più esauritiva si invita il lettore a consultare il Quaderno ARSIA 2/2004 dedicato appunto all'impiego dei fertilizzanti nel florovivaismo.

Gli elementi nutritivi

Gli elementi nutritivi che in genere vengono apportati con la concimazione sono 12 (*tab. 1*); in effetti ci sono altri elementi indispensabili che le piante assorbono attraverso le radici, come ad esempio il sodio, il cloro e il nichel, ma la loro naturale presenza nell'ambiente è in genere superiore alle necessità dei vegetali, tanto che per sodio e cloro si verificano spesso problemi di eccesso. Secondo la quantità necessaria per la vita delle piante, i nutrienti vengono convenzionalmente suddivisi in *macroelementi* (assorbiti in maggiore quantità) e *microelementi* (assorbiti in minore quantità), tutti comunque essenziali.

In termini generali possiamo dire che la caren-

za di uno o più di questi elementi comporta sintomatologie di vario tipo e gravità; all'opposto, la presenza in concentrazione eccessiva, sempre da evitare per ragioni ambientali ed economiche, produce manifestazioni di tossicità solo se si tratta di microelementi. Talvolta si osservano anche effetti negativi derivanti da un'elevata concentrazione di macroelementi che sono, però, in genere dovuti alla eccessiva salinità che si viene a creare nell'ambiente radicale e all'azione antagonista che alcuni nutrienti esercitano nei riguardi dell'assorbimento di altri elementi (*tab. 2*).

È opportuno ricordare che le manifestazioni di carenza ed eccesso spesso sono originate da condizioni anomale di pH, soprattutto nel caso dei microelementi (*tab. 3*).

Tab. 1 - Macro- e microelementi

Macroelementi	Simbolo (ione)	Peso atomico
Azoto	N (NO_3^- , NH_4^+)	14,0
Fosforo	P (H_2PO_4^-)	31,0
Potassio	K (K^+)	39,1
Calcio	Ca (Ca^{2+})	40,1
Magnesio	Mg (Mg^{2+})	24,3
Zolfo	S (SO_4^{2-})	32,0
Microelementi	Simbolo (ione)	Peso atomico
Ferro	Fe (Fe^{2+})	55,8
Manganese	Mn (Mn^{2+})	54,9
Rame	Cu (Cu^{2+})	63,5
Zinco	Zn (Zn^{2+})	65,4
Boro	B (H_2BO_3^- , HBO_3^{2-})	10,8
Molibdeno	Mo (MoO_4^{2-})	95,9

Tab. 2 - Relazione tra pH e disponibilità degli elementi nutritivi nel mezzo di crescita		
	pH inferiore a 5,0-5,5	pH superiore a 6,7-7,0
RISCHI DI TOSSICITÀ	Microelementi (Fe, B, Cu, Zn) N-ammoniacale Na	Ca N-ammoniacale
RISCHI DI CARENZA	Ca Mg P K S Mo	Microelementi (Fe, Mn, B, Cu, Zn) P Mg

Tab. 3 - Possibili fenomeni di antagonismo nutritivo*
Concentrazione alta dell'elemento X → deficienza dell'elemento Y
N-ammonio → Ca
K → N, Ca, Mg
P → Fe, Zn, Cu
Ca → Mg, B
Mg → Ca, K
Na → K, Mg, Ca
Cl → N (NO ₃)
Mn → Fe
Zn → Mn, Fe
Cu → Mn, Fe, Mo

* In genere, i fenomeni di antagonismo vedono coinvolti ioni con la stessa carica elettrica (ad esempio, il Ca²⁺ è antagonista del Mg²⁺).

Cenni sulla normativa dei fertilizzanti

Un sintetico esame della normativa è necessario per comprendere correttamente le informazioni contenute nell'etichetta. La legislazione sui fertilizzanti è piuttosto complessa: la legge di riferimento nazionale è la n. 748 del 19 ottobre 1984 che è stata però ripetutamente modificata e integrata con oltre venti provvedimenti. La legge suddivide i fertilizzanti in tre grandi gruppi: *ammendanti*, *correttivi* e *concimi* (tab. 4); questi ultimi sono suddivisi ulteriormente in concimi nazionali (minerali o organici) e concimi CE (solo minerali).

Recentemente (11 dicembre 2003) è entrato in vigore il Regolamento CE 2003/2003 che interviene, ovviamente nel solo ambito dei concimi CE, introducendo novità significative, tra le quali ricordiamo:

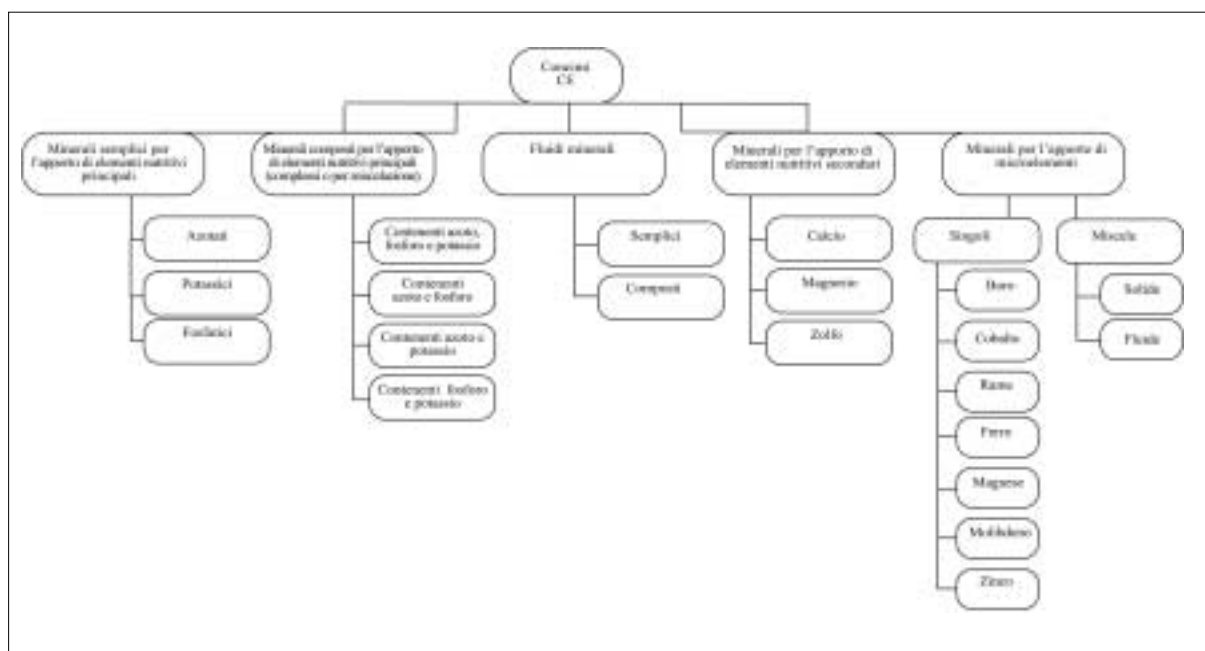


Fig. 1 - La classificazione dei concimi CE

Tab. 4 - Glossario dei termini usati nella recente normativa sui fertilizzanti

Termine	Definizione	Note
Fertilizzante	Sostanza che contribuisce al miglioramento della fertilità del terreno o al nutrimento delle specie vegetali.	Sono quindi compresi ammendanti, correttivi e concimi minerali e organici.
Concime	Sostanza la cui funzione principale è fornire elementi nutritivi alle piante.	
Concime minerale	Concime nel quale gli elementi nutritivi dichiarati sono presenti sotto forma di composti minerali ottenuti mediante estrazione o processi fisici e/o chimici industriali.	
Ammendante e correttivo	Qualsiasi sostanza, naturale o sintetica, minerale o organica, capace di migliorare le proprietà e le caratteristiche chimiche, fisiche, biologiche e meccaniche di un terreno.	Tra i correttivi sono inseriti i prodotti che modificano il pH del suolo (calce idrata, dolomite, zolfo); tra gli ammendanti quei prodotti che "migliorano" il suolo in senso più generale, ad esempio il letame (che quindi non è un concime) e la torba.
Elementi nutritivi principali	Azoto, fosforo, potassio	
Elementi nutritivi secondari	Calcio, magnesio, sodio e zolfo	
Microelementi	Boro, cobalto, rame, ferro, manganese, molibdeno, zinco	
Concime semplice	Concime per il quale sia dichiarabile il titolo di un solo elemento nutritivo principale.	
Concime composto	Concime per il quale siano dichiarabili i titoli di almeno due elementi nutritivi principali e che è stato ottenuto per via chimica o per miscelazione ovvero mediante una combinazione di questi due metodi.	
Concime complesso	Concime composto, ottenuto per reazione chimica, per soluzione o allo stato solido per granulazione, per il quale sia dichiarabile il titolo di almeno due degli elementi nutritivi principali. Per i concimi di questo tipo allo stato solido ogni granello contiene tutti gli elementi nutritivi nella loro composizione dichiarata.	
Concime ottenuto da miscelazione	Concime composto ottenuto per miscelazione a secco, senza che si producano reazioni chimiche. Ogni granello non contiene gli elementi nutritivi nella composizione dichiarata.	
Titolo dichiarato	Titolo di un elemento o di un suo ossido che a norma della legislazione comunitaria è indicato su un'etichetta o su un documento di accompagnamento di un concime CE.	
Tolleranza	La deviazione consentita del valore misurato del titolo di un elemento nutritivo dal suo valore dichiarato.	

1. il ripristino della distinzione tra concimi "complessi" e "miscele", rendendone obbligatoria la dichiarazione se si tratta di miscele;
2. l'obbligo di indicare il nome e l'indirizzo del fabbricante sull'etichetta;
3. la regolamentazione della "tracciabilità" dei concimi: il fabbricante deve conservare per almeno due anni la documentazione sull'origine dei concimi.

Di seguito viene utilizzata la terminologia (*tab. 4*) e la classificazione (*fig. 1*) contenute nel Regolamento CE 2003/2003 (13 ottobre 2003). In effetti, ci sarà un periodo transitorio perché fino all'11 giugno 2005 è consentito commercializzare concimi secondo le precedenti norme.

Tab. 5 - Concimi minerali di uso comune nella fertirrigazione (dati medi, i titoli possono variare leggermente a seconda del produttore)																					
Nome prodotto	Formula	Titolo (g di nutriente/100 g di concime)					Reazione ^a	Solubilità ^c (kg/100 litri di acqua)			Classificazione ^d										
		N ureico	NO ₃ -N	NH ₄ -N	P ₂ O ₅ (P) ^b	K ₂ O (K) ^b		Ca	Mg	S		0°C	20°C	100°C							
Fosfato																					
bi ammonico	(NH ₄) ₂ HPO ₄			18		48 (21)					AC	43	66	200							concime NP
Fosfato mono																					
ammonico	NH ₄ H ₂ PO ₄			12		62 (27)					AC	23	27	173							concime NP
Fosfato																					
monopotassico	KH ₂ PO ₄					53 (23)		35 (29)			ALC	14	22								concime PK
Nitrato	NH ₄ NO ₃		17								AC	118	190	871							concimi azotati solidi
ammonico 34%																					
Nitrato di calcio	Ca(NO ₃) ₂		14	1			19				ALC	102	176	376							concimi azotati solidi
Nitrato di magnesio	Mg(NO ₃) ₂ • 6H ₂ O		11						10		-		72								concimi azotati solidi
Nitrato																					
di potassio	KNO ₃		13					46 (38)			-	13	35	247							concimi NK
Solfato																					
ammonico	(NH ₄) ₂ SO ₄			21						23	AC	71	76	104							concimi azotati solidi
Solfato																					
di magnesio	MgSO ₄ • 7H ₂ O								9,9	13	-	26	71								concime minerale per l'apporto di elem. nutritivi secondari
Solfato di potassio	K ₂ SO ₄					50 (41)				17	-	7	12	24							concimi potassici solidi
Urea	CO(NH ₂) ₂			46							AC		100								concimi azotati solidi

^a Effetto sul pH del substrato: AC: acidificante ALC: alcalinizzante.

^b Fattori di conversione: da P₂O₅ a P, 0,437, da K₂O a K, 0,83.

^c Solubilità riferita alla soluzione di un solo prodotto, non è possibile prevedere con accuratezza il comportamento di soluzioni di più sali.

^d Secondo la legge 748/84 e successive modifiche.

I principali gruppi di concimi utilizzati nel florovivaismo

Le tipologie di concimi utilizzati nel florovivaismo sono numerose; non essendo questa la sede per una trattazione esaustiva ci sembra opportuno fare particolare riferimento ai prodotti utilizzati nella fertirrigazione (concimi idrosolubili e acidi), con l'aggiunta di qualche informazione sui microelementi e sui concimi a lenta cessione; questi ultimi sono più estesamente illustrati nel Capitolo 16.

L'apporto di nutrienti si realizza con concimi semplici o con concimi composti. Va subito chiarito che nell'uso corrente questi termini hanno un significato diverso da quello utilizzato nella normativa (*tab. 4*). Comunemente per concime semplice si intende un concime costituito da un singolo sale (ad esempio, il nitrato di calcio o il nitrato di potassio), mentre per la legislazione il concime semplice è quello che contiene un solo macroelemento, nel caso ne contenga due o più si parla di concime composto; quindi il nitrato di calcio è legalmente un concime semplice, il nitrato di potassio invece un concime composto (contiene azoto e potassio). Per semplicità useremo, di seguito, i termini semplice e composto nella comune accezione.

Concimi composti

Questo è il gruppo di concimi minerali nel quale esiste la gamma maggiore, anche in termini di prezzo. Per giustificare le differenze di prezzo, che spesso non sono evidenti dall'esame dell'etichetta, le industrie pubblicizzano caratteristiche di vario tipo. Si consideri, comunque, che gli aspetti che debbono essere effettivamente considerati in fase di scelta tra diversi prodotti sono:

- il titolo;
- la solubilità (verificare la presenza di residui insolubili);
- le forme di azoto presenti (nel caso di coltivazione fuori suolo elevate concentrazioni di azoto ammoniacale possono essere tossiche ed è bene evitare l'azoto ureico);
- la presenza della dicitura "con basso titolo in cloro";
- l'eventuale presenza di sodio (in genere non ne contengono), per la quale la legge non prevede diciture;
- il tipo: può essere un sale semplice oppure un prodotto ottenuto dalla miscela di più sali semplici o un vero complesso, ottenuto nel caso degli idrosolubili da un concime liquido con un

particolare procedimento di cristallizzazione (*spray-dry*). Questi ultimi sono molto costosi e in genere si usano solo per la concimazione fogliare. Nel caso di concimi per applicazioni al terreno, una miscela potrebbe creare problemi di uniformità di distribuzione.

Alcuni concimi complessi contengono tutti i nutrienti (macro- e micro-) necessari alla pianta, ad eccezione del calcio, che per i noti problemi di insolubilità con i fosfati e i solfati, non viene mai inserito nei complessi contenenti gli elementi fosforo e zolfo.

Concimi semplici

Rappresentano una valida alternativa, dal punto di vista economico e tecnico, ai concimi composti, ma richiedono un uso più oculato e sono in qualche modo più "scomodi" per la necessità di utilizzare più prodotti contemporaneamente. I più importanti sono riportati nella *tab. 5*.

Concimi idrosolubili

Nel caso della fertirrigazione, è evidentemente importante che i concimi utilizzati siano (molto) solubili in acqua.

È da notare che i concimi idrosolubili, semplici o composti, non sono in realtà una categoria prevista dalla normativa, la quale solo in alcuni casi consente di indicare semplicemente la solubilità in acqua dei soli nutrienti e non del concime nel suo complesso. Questo significa che, nella pratica, si potrebbero ottenere soluzioni di concime in cui i nutrienti sono completamente solubilizzati, ma che presentano un residuo insolubile (fastidioso per gli impianti) legato alla presenza di sostanze estranee. Generalmente, però, i produttori seri ovviano a questa lacuna normativa indicando la completa solubilità in acqua.

Alcuni concimi semplici (soprattutto il nitrato di potassio, il solfato di magnesio e il solfato di potassio) vengono prodotti dall'industria in una versione specifica per fertirrigazione con un costo superiore a quelli utilizzati per la concimazione del terreno; sono generalmente in forma cristallina anziché granulare, proprio per questo sono più facili da sciogliere. La differenza di costo è, generalmente, giustificata anche da una maggiore purezza (il titolo è però superiore solo di frazioni di punto percentuale) e soprattutto dall'assenza di residui insolubili. Si tenga comunque presente che la solubilità di un sale (e quindi di un concime) non è determinata dalla modalità di preparazione, ma è una caratteristica intrinseca del sale.

I microelementi

I microelementi vengono assorbiti in modesta quantità dalle piante e, diversamente dai macroelementi, possono produrre fenomeni di tossicità anche a concentrazioni relativamente basse; debbono quindi essere utilizzati solo laddove ci sia effettiva necessità.

Anche in questo caso il numero di prodotti presenti sul mercato è elevato e può essere difficile orientarsi. Il problema fondamentale della concimazione con microelementi è che la loro disponibilità per le piante è fortemente condizionata dalle caratteristiche del suolo o del substrato, in particolare dal suo pH (*tab. 2*). Ad eccezione del molibdeno, la disponibilità dei microelementi viene sensibilmente e progressivamente ridotta a pH superiori a 6,5-7,0. Spesso, dunque, si instaurano condizioni di carenza anche in presenza di quantità sufficienti dell'elemento, che però non è disponibile per l'assorbimento a causa del pH elevato. In questi casi un ulteriore apporto non costituisce una

soluzione; si preferisce allora utilizzare microelementi in "forma chelata" nei quali la presenza di un "agente chelante" ne impedisce la insolubilizzazione. Si tratta di prodotti più costosi rispetto a quelli che contengono la forma non chelata e il loro impiego deve essere valutato attentamente in relazione al tipo di coltivazione (suolo o fuori suolo), alle caratteristiche del suolo/substrato, alla specie coltivata ecc.. In termini molto generali, possiamo dire che nella fertirrigazione di colture fuori suolo è consigliabile l'uso del ferro in forma chelata, mentre per gli altri microelementi si può ricorrere alla forma non chelata, se il controllo del pH dell'acqua d'irrigazione/fertirrigazione è adeguato. In vero, la pratica di usare prodotti chelati anche per i microelementi diversi dal ferro è molto diffusa, nonostante il costo elevato; a torto o a ragione, i coltivatori si sentono più sicuri con i chelati!

Microelementi non chelati

Hanno un costo piuttosto contenuto; i prodotti di uso più comune sono riportati in *tab. 6*.

Tab. 6 - Concimi minerali per l'apporto di microelementi non chelati di uso frequente

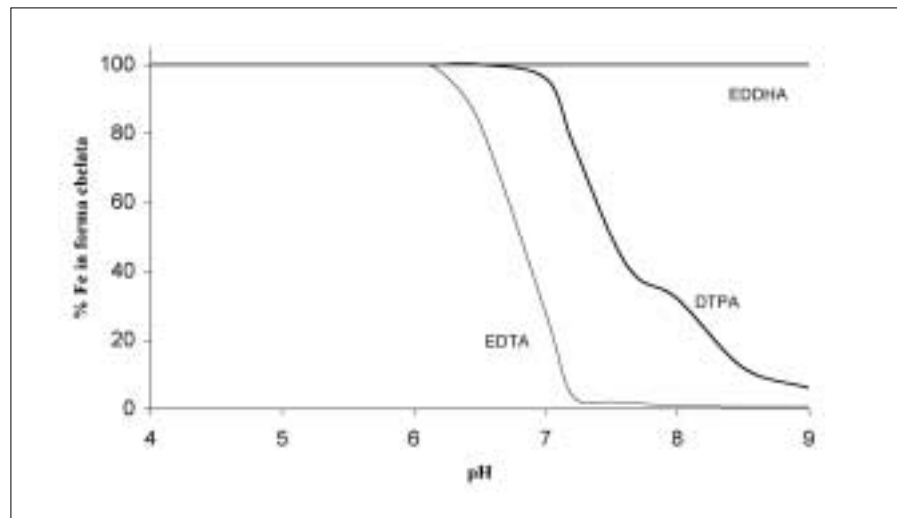
Nome prodotto	Formula e caratteristiche	Titolo (g di nutriente/100 g di concime)							Solubilità (kg/100 litri di acqua)			
		S	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Mo	0°C	20°C	100°C	
Acido borico	H ₃ BO ₃							17		5	6	25
Borace	Na ₂ B ₄ O ₇ •10H ₂ O							11		1	6	167
Molibdato ammonico	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ •4H ₂ O								54			43
Molibdato di sodio	Na ₂ MoO ₄ •2H ₂ O								40	56	59	115
Solfato di ferro	FeSO ₄ •7H ₂ O eptaidrato	12	20							16	49 (50°C)	
Solfato di manganese	MnSO ₄ •H ₂ O monoidrato	19		32						105	110	167
Solfato di rame	CuSO ₄ •5H ₂ O pentaidrato	13			25					22	30	117
Solfato di rame	CuSO ₄ •H ₂ O monoidrato	18			36							
Solfato di zinco	ZnSO ₄ •7H ₂ O eptaidrato	11				23				75	167	
Solfato di zinco	ZnSO ₄ •H ₂ O monoidrato	18				37					30	

Tab. 7 - Stabilità dei chelati di vari agenti chelanti con diversi microelementi *

Agente chelante	Fe	Mn	Cu	Zn
EDTA	77	43	57	49
DTPA	83	49	66	57
EDDHA	100	non forma chelati stabili		51

* Fonte: Reed, 1996 (rielaborato). Viene attribuito valore 100 al Fe-EDDHA. Da notare che boro e molibdeno non formano chelati.

Fig. 2 - Stabilità di diversi chelati di ferro in relazione al pH del suolo (Reed, 1996)



Microelementi chelati

A questo gruppo appartengono numerosissimi prodotti commerciali che differiscono per due aspetti fondamentali: il titolo (possono contenere uno o più elementi) e il tipo di agente chelante. La normativa prevede diversi chelanti, ma i più diffusi sono EDDHA, DTPA e EDTA. Hanno un costo sensibilmente diverso e sono caratterizzati da una diversa affinità per i vari elementi (*tab. 7*) e soprattutto da una diversa stabilità a pH elevati (*fig. 2*). L'incidenza economica della scelta è piuttosto importante (vedi *Inserto*).

EDDHA

È stabile anche a pH superiori ad 8,0 ed è il chelante più costoso, molto usato nei preparati a base di ferro. È importante sapere che non tutti i prodotti contenenti EDDHA hanno le stesse caratteristiche (questo talvolta spiega la differenza di prezzo). Infatti, l'EDDHA esiste in forme (isomeri) diverse che in genere sono contemporaneamente presenti nello stesso prodotto commerciale; gli isomeri più attivi sono l'orto-orto (o-o-EDDHA) e l'orto-para (o-p-EDDHA) e il loro contenuto è un importante criterio per valutare la qualità del prodotto. Secondo le nuove norme (come detto, obbligatorie dal giugno 2005) la percentuale dei diversi isomeri dovrà essere riportata in etichetta.

DTPA

Meno costoso rispetto all'EDDHA non è però stabile a pH superiori a 7,0; molto utilizzato nei chelati di ferro, si impiega soprattutto in coltivazioni fuori suolo per piante non particolarmente sensibili alla carenza di ferro.

EDTA

Il campo di stabilità in relazione al pH è ancora minore, il costo contenuto. È molto utilizzato per i prodotti destinati a trattamenti fogliari perché viene facilmente assorbito dalle foglie. L'EDTA spesso si ritrova anche in prodotti a base di microelementi per uso radicale.

I concimi a lenta cessione

La concimazione, soprattutto quella azotata, dovrebbe essere quanto più frazionata possibile per evitare pericolosi aumenti della salinità e il dilavamento dei nutrienti in conseguenza delle piogge. Una possibile strategia, talvolta alternativa, altre volte complementare alla fertirrigazione, è quella dell'uso dei concimi a lenta cessione che liberano i nutrienti in modo graduale. Nel settore florovivaiistico se ne fa grande uso nella coltivazione di piante ornamentali in vaso, molto scarso invece nel settore del fiore reciso. Poiché l'argomento verrà approfondito nel Capitolo 18, ci limitiamo a una superficiale descrizione delle tre principali tipologie di concimi a lenta cessione: i concimi incapsulati, i derivati dell'urea, i concimi ammoniacali con inibitori della nitrificazione.

Nel primo caso si tratta di normali concimi idrosolubili ricoperti con una pellicola di materiale sintetico che permette un rilascio graduale dei nutrienti; vengono usualmente dichiarati in etichetta i tempi entro i quali avviene il rilascio, ma è importante sapere che questi tempi sono riferiti a una specifica temperatura (in genere prossima a 20°C) e che per temperature superiori la velocità di cessione aumenta sensibilmente.



Prese per il rifornimento delle soluzioni stock portate in aziende da autobotti. La foto è stata scattata in una grande azienda produttrice di rose fuori solo in Olanda, dove è molto diffuso questo sistema di approvvigionamento dei fertilizzanti

I derivati dell'urea sono composti organici azotati che non sono solubili e quindi non sono assorbiti dalle piante, ma vengono gradualmente degradati liberando forme di azoto utilizzabili dalle piante. I più diffusi sono l'isobutilendiurea (IBDU o ISODUR), l'urea formaldeide (UF) e la crotonilendiurea (CDU, Crotodur®). Anche in questo caso la velocità di degradazione è in relazione con la temperatura. Diversamente dai concimi incapsulati, in questo caso solo l'azoto viene liberato lentamente, gli altri elementi -se presenti- sono immediatamente disponibili.

I concimi ammoniacali contenenti gli inibitori della nitrificazione sfruttano la scarsa dilavabilità dell'azoto ammoniacale il cui processo di nitrificazione viene rallentato tramite l'aggiunta di specifici inibitori (ad esempio, il DMPP). Sono utilizzati perlopiù in coltivazioni di pieno campo.

I vantaggi e gli svantaggi di questo gruppo di concimi possono essere così riassunti:

- possono essere utilizzati con impianti irrigui sia

“a goccia” sia “a pioggia” senza dispersione di nutrienti;

- l'uniformità di distribuzione non è legata alla uniformità dell'impianto irriguo;
- possono essere utilizzati, in colture di pien'aria, anche in periodi in cui non si effettuano irrigazioni;
- il costo è sensibilmente superiore ai concimi tradizionali;
- il rilascio dei nutrienti è legato alla temperatura del substrato: temperature elevate possono condurre a pericolosi incrementi della salinità.

Gli acidi

La necessità di aggiustare il pH dell'acqua di irrigazione o di fertirrigazione ha diffuso l'uso degli acidi (nitrico, fosforico e solforico) nella fertirrigazione. Oltre a consentire un aggiustamento del pH rappresentano una fonte di nutrienti (*tab. 8*) senza aumentare la conducibilità elettrica (*EC*) della

Tab. 8 - Acidi di uso comune nella fertirrigazione

Nome prodotto	Formula	Densità (kg/L; °Bé)	Contenuto di nutrienti (g di nutriente/100 mL di acido)			Classificazione ^a
			NO ₃ -N	P ₂ O ₅	S	
Acido fosforico 75%	H ₃ PO ₄	d = 1,58 53°Bé		85		concime fosfatico fluido ^b
Acido fosforico 85%	H ₃ PO ₄	d = 1,73 61°Bé		105		concime fosfatico fluido ^b
Acido nitrico 67%	HNO ₃	d = 1,41 42°Bé	21			non previsto
Acido nitrico 53%	HNO ₃	d = 1,33 36°Bé	16			non previsto
Acido solforico 94%	H ₂ SO ₄	d = 1,83 66°Bé			56	non previsto

^a Secondo la legge 748/84 e successive modifiche.

^b Presente solo nella normativa nazionale.

soluzione nutritiva (vedi Capitolo 10), il loro utilizzo è quindi di estremo interesse. Si tratta di composti che possono provocare gravi ustioni e debbono quindi essere stoccati e manipolati con estrema attenzione, utilizzando i relativi dispositivi di protezione. Inoltre, esiste il rischio di immettere una quantità eccessiva di acido nella soluzione nutritiva con possibili danni alla coltivazione; il rischio, però, è molto basso se si opera un costante monitoraggio del pH della soluzione nutritiva e/o si usa un impianto di acidificazione automatica ben realizzato.

Bibliografia

1. MIELE S. (1996). *Nutrizione e ruolo dei microelementi*. L'Informatore Agrario 10, 43-46.
2. PERELLI M. (2002). *Norme per la disciplina dei fertilizzanti*. 6° ed. - ARVAN Mira Venezia.
3. BARONCELLI P., LANDI S., MARZIALETTI P., SCAVO N. (2004). *Uso razionale delle risorse nel florovivaismo: i fertilizzanti*. Quaderno ARSIA 2/2004, Firenze.
4. REED D.Wm. (1996). *Water, media and nutrition for greenhouse crops*. Ball Publishing. Batavia, Illinois, USA.

INSERTO - Il costo della fertirrigazione

Un aspetto importante nella gestione della concimazione è ovviamente il suo costo; con il software per i calcoli relativi alla formulazione delle soluzioni nutritive SOL-NUTRI (contenuto nel CD allegato a questo *Quaderno*) è possibile ottenere rapidamente questo dato per la soluzione elaborata.

Fornire informazioni di carattere generale è piuttosto difficile: anche riferendosi al solo campo della fertirrigazione la gamma dei concimi è estremamente ampia ed altrettanto numerosi possono essere i criteri con cui la concimazione viene gestita.

Per poter confrontare scelte diverse ipotizziamo il caso di una soluzione nutritiva tipica prodotta con acqua senza nutrienti in quantità apprezzabile e con la seguente composizione:

- 150 mg/L di N
- 40 mg/L di P
- 200 mg/L di K
- 120 mg/L di Ca
- 25 mg/L di Mg

<i>Intervento</i>	<i>Prodotti utilizzati</i>	<i>Costo euro/1000 L (con IVA)</i>	<i>Note</i>
Apporto macroelementi	Concimi semplici	0,50 - 0,60	• Con o senza uso di acidi
Apporto macroelementi	Concimi composti	1,00 - 2,00	• In questo caso non si apporta il Ca • Molti di questi prodotti contengono anche microelementi (ma non Fe quantità sufficiente)
Apporto di 1 mg/L di ferro	Chelati EDDHA	0,15 - 0,30	• In genere si utilizzano 1-2 mg/L di ferro • L'uso di chelati alternativi (ad esempio, DTPA) comporta sensibili risparmi
Apporto di microelementi	Chelati EDTA	0,20 - 0,40	
Apporto di microelementi	Composti non chelati	0,05 - 0,10	