



## Dipartimento di Agraria

- Corso di Laurea *Scienze e Tecnologie Alimentari (L26)* -
- Corso integrato *Agronomia e colture erbacee e arboree industriali* -
- Modulo *Agronomia e colture erbacee industriali* -

Carmelo Santonoceto

CARATTERISTICHE CHIMICHE E CHIMICO-FISICHE DEL TERRENO  
CONCIMI E CONCIMAZIONE

## Composizione del terreno

La composizione chimica del terreno è estremamente variabile e dipende, oltre che dai componenti mineralogici del substrato pedogenetico, anche dagli altri fattori che hanno contribuito alla sua evoluzione, come il clima, la vegetazione, i microrganismi, gli interventi agronomici.

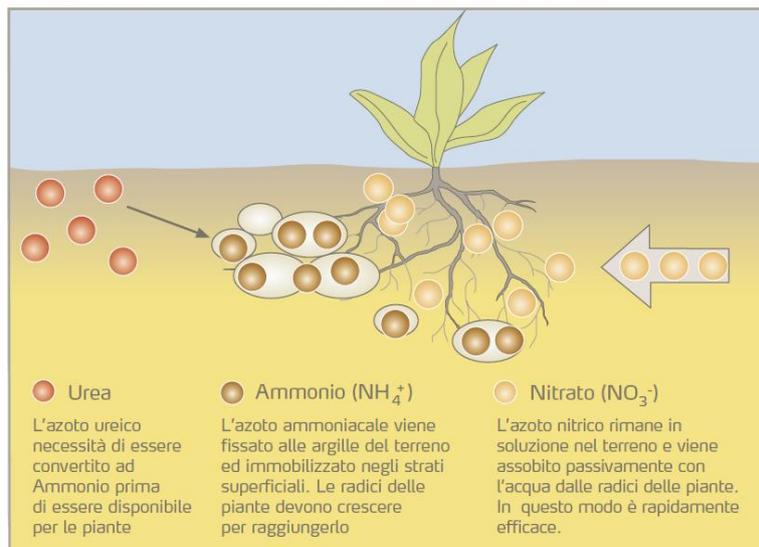
Consideriamo ora singolarmente i tre elementi principali della fertilità chimica: N, K, P.

L'azoto del terreno si può trovare sotto forma organica o minerale. La forma organica è quasi sempre di gran lunga prevalente e costituisce una vera e propria riserva per il rifornimento azotato delle piante a seguito del graduale processo di mineralizzazione della sostanza organica del terreno ad opera dei microrganismi.

La mineralizzazione porta alla formazione dei composti ammoniacali e nitrici che possiedono caratteristiche e comportamento diverso. Lo ione  $\text{NO}_3^-$  viene più facilmente assorbito dalle piante, non è trattenuto dai colloidali del terreno, si trova praticamente tutto in soluzione e può venire dilavato dalle acque di percolazione.

L'azoto ammoniacale invece viene fissato, come catione  $\text{NH}_4^+$  nel terreno.

Il nitrato è immediatamente e facilmente assorbito dalle piante



In base al contenuto in azoto i terreni agrari possono essere così classificati: poveri, con meno dell'1% di N; mediamente dotati, con 1-1,5% di N; ben dotati con 1,5-2,2% di N; ricchi, con 2,2-5% di N; eccessivamente dotati, con più del 5% di N.

Il *potassio* dei terreni naturali deriva da silicati. Nei terreni agrari si aggiunge quello apportato con i concimi minerali e organici. La frazione prevalente si trova nei reticoli cristallini dei minerali del terreno. Le due forme di K più importanti ai fini agronomici sono *K scambiabile* e *K in soluzione* che, insieme, costituiscono il *K assimilabile*.

L'analisi del  $\text{K}_2\text{O}$  assimilabile (solubile + scambiabile) fornisce le indicazioni più attendibili circa la disponibilità per le piante del potassio presente nel terreno.

Si può accettare la seguente classificazione orientativa dei terreni agrari in base al contenuto in potassio assimilabile: poveri, con meno di 80 ppm; scarsamente dotati, con 150 ppm; ben dotati con 150-250 ppm; ricchi, con più di 250 ppm.

Il potassio è un elemento fortemente trattenuto dai colloidali minerali e organici del suolo; a parte i terreni molto sabbiosi, si può affermare che il dilavamento di questo elemento da parte delle acque di percolazione è piuttosto modesto.

I terreni italiani, in modo particolare quelli argillosi, sono, generalmente, ben dotati o ricchi di questo elemento nutritivo.

Va notato inoltre che, gran parte del potassio assorbito dalle piante ritorna al terreno agrario attraverso i residui colturali (foglie, paglie, ecc.).

Il fosforo dei terreni naturali proviene in massima parte dai fosfati di calcio, di ferro e di alluminio, ma nei terreni agrari si riscontra anche l'apporto dei concimi minerali ed organici. Anche per questo importante elemento si riscontrano nel suolo diverse forme. Tra queste, una frazione *solubile* contenuta sotto forma ionica nella soluzione circolante ed immediatamente assorbibile dalle piante. C'è poi una frazione *scambiabile* che può entrare più o meno prontamente in soluzione a seconda delle condizioni ambientali e della quantità di P presente nella soluzione.

La determinazione analitica del P nel terreno di interesse pratico è quella del cosiddetto P assimilabile.

Per il contenuto in fosforo totale che, a maggior ragione, per quello in fosforo assimilabile, si possono accettare classificazioni dei terreni agrari come quelle riportate nella tabella sottostante.

*Classificazione della dotazione fosfatica totale e assimilabile dei terreni espressa in P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per terreni con pH 7.*

Elemento nutritivo		Molto bassa	Bassa	Media	Alta	Molto alta
N totale	‰	< 0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2,2	➤ 2,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <u>assim.</u> (Bray e Kurtz)	ppm	<11	11-35	35-69	69-90	➤ 90
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <u>assim.</u> (Olsen)	ppm	< 34	35-69	70-103	104-160	➤ 160
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <u>assim.</u> (Morgan)	ppm	< 40	40-70	70-100	100-120	➤ 120
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <u>assim.</u> (Ferrari)	ppm	< 30	30-50	50-70	70-100	➤ 100

### Soluzione circolante e potere adsorbente

Per soluzione circolante si intende la fase liquida del terreno, formata dall'acqua e dalle sostanze in essa disciolte. La sua importanza è grandissima in quanto le piante assorbono da essa la quasi totalità degli elementi nutritivi unitamente all'acqua.

La sua concentrazione è soggetta al complesso gioco di equilibri che la legano alla fase solida. Caratteristiche essenziali della soluzione circolante sono la composizione e la concentrazione. Da esse infatti dipende la nutrizione delle piante che, come è noto, necessitano di certi elementi nutritivi fondamentali, in determinati rapporti e concentrazioni. Se uno o più elementi mancano nella soluzione circolante, o sono presenti in quantità non sufficiente, la pianta muore o manifesta sintomi di carenza che si riflettono negativamente sulla produzione. Se, di contro, la concentrazione complessiva supera determinati valori si possono verificare fenomeni di fitotossicità. Generalmente il complesso dei composti disciolti nella soluzione circolante assume una concentrazione dello 0,5-1‰.

Una vasta gamma di fattori agisce, in un senso o nell'altro, sulla soluzione circolante modificandone le caratteristiche. Tali sono, ad esempio, le piogge, l'irrigazione, la temperatura, le concimazioni, l'attività microbiologica, l'assorbimento da parte delle piante. Essa quindi sarebbe soggetta ad oscillazioni molto più forti di quelle che si riscontrano nella realtà, se la fase solida non fosse dotata di una proprietà importantissima: la capacità di scambio ionico.

Lo scambio ionico è un fenomeno che avviene continuamente fra fase solida e fase liquida del terreno in quanto sia i cationi (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, ecc.) che gli anioni (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, ecc.) tendono a ristabilire qualsiasi alterazione dell'equilibrio fra le due fasi, attraverso i processi di *adsorbimento* (passaggio dalla fase liquida alla fase solida) e *desorbimento* (passaggio dalla fase solida alla fase liquida). La capacità del terreno di fissare determinati ioni, impedendo il crearsi di eccessi di salinità ed il dilavamento, prende il nome di potere adsorbente. Questa

proprietà è certamente molto importante per la vita delle piante in quanto esplica una funzione equilibratrice nei riguardi delle disponibilità alimentari e permette il costituirsi di riserve nutrizionali di estremo interesse per l'intero processo produttivo.

Il potere adsorbente è legato alla presenza di colloidali organici e minerali nel terreno in quanto l'adsorbimento avviene sulla loro superficie; i primi sono rappresentati dall'humus ed i secondi dal complesso delle argille. Per ambedue si parla di una capacità di scambio cationico o C.S.C., la quale, nell'ambito dello scambio ionico, è quella che assume maggior rilevanza in quanto l'adsorbimento anionico interessa quasi esclusivamente il fosforo (anioni  $PO_4^{3-}$ ,  $HPO_4^{2-}$ ,  $H_2PO_4^-$ ). La capacità di scambio cationico rappresenta la quantità di cationi (espressa in milliequivalenti) che 100 grammi di terreno riescono ad adsorbire (si esprime, pertanto in m.e. %) e viene classificata nel modo seguente:

molto bassa	< 6	m.e. %	alta	26 – 40	m.e. %
bassa	6 -12	m.e. %	molto alta	> 40	m.e. %
media	13- 25	m.e. % .			

Fra gli anioni di maggiore interesse agronomico si ricorda infine  $NO_3^-$  che sfugge al potere adsorbente del terreno ed assume quindi caratteristiche da tenere sempre presenti nei programmi di concimazione. Esso infatti viene assorbito facilmente dalle colture, ma altrettanto facilmente viene dilavato in profondità.

### Il pH del terreno

La reazione del terreno o pH condiziona fortemente le funzioni di abitabilità e di nutrizione. Com'è noto, esso assume valori che oscillano teoricamente da 0 a 14, ma nel terreno agrario i valori estremi non sono riscontrabili.

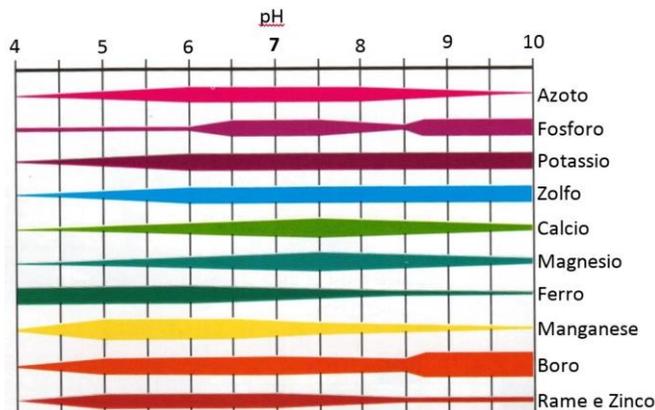
In base alla reazione i terreni possono essere così classificati:

- 1) peracidi, con pH < 4,6
- 2) acidi, con pH 4,6-5,2
- 3) moderatamente acidi, con pH 5,3-5,9
- 4) subacidi, con pH 6,0-6,6
- 5) neutri, con pH 6,7-7,3
- 6) subalcalini, con pH 7,4-8,0
- 7) moderatamente alcalini, con pH 8,1-8,7
- 8) alcalini, con pH 8,8-9,4
- 9) peralcalini, con pH > 9,4

Le piante possiedono una intrinseca diversa attitudine a vivere in ambiente con reazione acida (piante ossifile) od alcalina (piante anossifile) e l'esame della vegetazione spontanea può fornire indicazioni attendibili circa il pH del terreno.

Così, ad esempio, la ginestra odorosa, i tamerici e la liquirizia sono indici di alcalinità; mentre le felci, il lupino, i rododendri, l'erica e i mirtilli indicano reazione acida.

Le più comuni piante agrarie preferiscono un pH vicino alla



Disponibilità di elementi minerali in funzione del pH del terreno

neutralità anche se manifestano una certa eterogeneità di comportamento. La stessa fertilità chimica del terreno è influenzata fortemente dal pH: N, P, K e S si rivelano maggiormente disponibili per le piante con reazione vicina alla neutralità e, soprattutto al disotto di pH 5,5 il loro assorbimento è compromesso; all'incirca la stessa cosa può dirsi per Ca, Mg e Mo che presentano tuttavia una maggiore assimilabilità soprattutto con reazione subalcalina; a pH acido o subacido invece le piante possono assorbire abbastanza bene Fe, Mn, B, Cu e Zn.

Per quanto concerne l'attività microbica si deve rilevare che, in genere, un pH acido favorisce lo sviluppo dei funghi a scapito dei batteri; i principali processi legati alla presenza di questi ultimi infatti (es. nitrificazione e fissazione dell'azoto atmosferico) incontrano condizioni favorevoli con reazione neutra o moderatamente alcalina.

Sia un pH troppo basso che un pH troppo elevato sono, dunque, da considerarsi sfavorevoli, per cui i terreni che possiedono tali caratteristiche sono detti "a reazione anomala". Come vedremo, talora servono delle sostanze, dette correttivi, impiegate per diminuire o aumentare il pH.

### *Terreni acidi*

L'acidità del terreno può avere origine diversa ed è in stretto rapporto con il clima, l'utilizzazione agraria e, meno di quanto si potrebbe pensare, con il tipo di roccia che lo ha originato.

Si ricorda che un leggero grado di acidità non è da considerarsi grave inconveniente perché, come si è visto, moltissime colture producono ottimamente con pH da 6 a 7. I terreni con pH più basso costituiscono invece un grosso problema.

La coltivazione di terreni acidi deve presupporre l'impiego di specie adatte e la correzione.

Si potrà scegliere le specie da coltivare nell'ambito di una gamma piuttosto ristretta rappresentata, tra l'altro, da arachide, fragola, lupino, patata, pisello, riso, segale alle quali potranno subentrare, appena il pH si alza un po', fagiolo, girasole, loiessa, mais, pomodoro, sorgo e trifoglio incarnato.

La distribuzione di sostanze correttive al terreno rappresenta comunque il mezzo al quale si ricorre forse con maggior frequenza per alzare un pH anomalo.

Queste sostanze sono: calce viva (ossido di calcio), calce spenta (idrato di calcio), calcare finemente macinato (carbonato di calcio più o meno puro), dolomite (carbonato di calcio e di magnesio).

In proposito si veda la tabella sottostante.

*Quantità di correttivi ( $t\ ha^{-1}$ ) necessari per alzare di un punto il pH in diversi tipi di terreno.*

<b>terreni</b>	<b>CaO</b>	<b>Ca (OH)<sub>2</sub></b>	<b>CaMg (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	<b>CaCO<sub>3</sub></b>
sabbioso	1-2	1,3-2,6	1,6-3,3	1,8-3,6
limoso (10-20% di argilla)	2-3	2,6-3,9	3,3-4,9	3,6-5,4
argilloso o umifero	3-5	3,9-6,6	4,9-8,2	5,4-9,0

### *Terreni calcarei*

Il carbonato di calcio è un componente normale dei terreni agrari anche se si trova in essi rappresentato in varia misura. Il composto è praticamente insolubile in acqua ma può bastare la normale dotazione carbonica delle acque a provocarne la solubilizzazione come bicarbonato di Ca e quindi anche forti perdite per dilavamento. È questo il motivo per cui in ambienti umidi i terreni calcarei sono meno frequenti che in climi aridi.

Una certa dotazione minima di calcare nel terreno è necessaria perché, oltre alla funzione alimentare del calcio nei riguardi delle piante, esso partecipa ad alcuni importanti fenomeni che avvengono nel terreno.

Si può così ricordare la seguente classificazione dei terreni in base al loro contenuto percentuale in calcare: poveri <2,5; mediamente dotati, da 2,5 a 10; ben dotati, da 10 a 15; ricchi, da 15 a 25; eccessivamente dotati, > 25.

Una dotazione eccessiva di calcare è nociva e provoca: *a)* formazione di crosta; *b)* fangosità in presenza di acqua; *c)* insolubilizzazione del fosforo e del ferro (da cui la classica clorosi ferrica degli agrumi); *d)* pH basico.

L'alcalinità indotta del carbonato di calcio o dai carbonati basici di magnesio prende il nome di *alcalinità costituzionale* e non raggiunge mai valori superiori a 8-8,4. I terreni basici per sola alcalinità costituzionale dunque, pur presentando i ricordati difetti possono essere coltivati con risultati soddisfacenti.

Un accorgimento indispensabile, riguarda la scelta delle specie da coltivare. Si adattano particolarmente bene a questi substrati le principali colture agrarie avendo cura di evitare quelle che preferiscono pH sub-acido o acido.

La correzione dei terreni basici per eccesso di calcare riesce solitamente molto difficile. Considerato però che, come si è detto, l'anomalia di questi terreni non è molto grave, ci si accontenta normalmente di coltivarli applicando gli accorgimenti agronomici più convenienti senza tentarne una vera e propria correzione.

#### Eccessi e anomalie della salinità

Nei terreni si può anche riscontrare la presenza di forti quantità di sali solubili: carbonato di sodio, carbonato di magnesio, cloruro di sodio, solfato di calcio, solfato di sodio, cloruro di calcio, ecc.

La salinità può essere anche causata a seguito dell'impiego irriguo di acque salse.

La conducibilità elettrica dell'estratto saturo del terreno (*ECe*) è un indice valido per una caratterizzazione quantitativa della salinità in quanto è strettamente correlata con la pressione osmotica che essa induce nel terreno.

Per caratterizzare qualitativamente la salinità è utile invece fare ricorso all'*ESP* (Exchangeable Sodium Percentage ovvero percentuale di sodio scambiabile).

In base a queste due caratteristiche e al *pH*, i terreni anomali possono essere classificati come nella tabella seguente.

#### *Classificazione dei terreni salini o ricchi di sodio.*

<b>Terreni</b>	<b>ECe (mS · cm<sup>-1</sup>)</b>	<b>ESP (%)</b>	<b>pH</b>
salini (saline soils)	>4	<15	<8,5
salini-alcalini (saline-sodic soils)	>4	>15	<8,5
alcalini non salini (sodic soils)	<4	>15	>8,5

#### *Terreni salini*

Per definizione dunque i terreni salini possiedono un *ECe* superiore a 4 mS cm<sup>-1</sup>, un *ESP* minore di 15 ed un *pH* che va da 7,1 a 8,5. Sia il *pH* quindi, che il sodio scambiabile non destano preoccupazioni eccessive. Il loro punto debole è rappresentato dalla eccessiva pressione osmotica della soluzione circolante e quindi dallo sviluppo stentato delle colture che,

specialmente durante i periodi di siccità, possono andare incontro anche a fenomeni di devitalizzazione.

L'eccesso di sali agisce sulle colture in triplice maniera:

- a) aumento della pressione osmotica della soluzione circolante;
- b) squilibrio nutrizionale;
- c) tossicità di singoli ioni.

Quando la pressione osmotica supera determinati livelli le piante incontrano difficoltà nell'assorbimento e, al limite, si possono verificare fenomeni di plasmolisi. Le varie specie coltivate, tuttavia, mostrano una diversa tolleranza alla salinità e si dovrà tenere in debito conto questo comportamento scegliendo opportunamente le colture.

La coltivazione e la correzione dei terreni salmastri prevedono i seguenti accorgimenti: dilavamento della salinità, apprestamento di una efficiente rete scolante, adozione di appropriate tecniche colturali.

Nei climi più umidi il processo di dilavamento si realizza naturalmente in seguito all'azione delle piogge.

In altre zone il dilavamento viene, o potrebbe essere, provocato artificialmente con l'irrigazione in quanto la piovosità è insufficiente. Per ottenere un buon dissalamento, occorre però impiegare volumi di adacquamento molto alti.

Unitamente o in alternativa ad una soluzione di tal genere, esiste la possibilità di scegliere colture resistenti alla salinità, o che compiano il loro ciclo durante i periodi più piovosi dell'anno.

#### *Terreni alcalini non salini (terreni sodici)*

Sono quei terreni dove, pur riscontrandosi una salinità relativamente modesta ( $EC_e < 4$ ), la quantità di sodio scambiabile è tale da interferire negativamente con l'espletamento dell'attività produttiva delle colture ( $ESP > 15$ ). Il problema principale è quindi rappresentato dal sodio, anche se il pH è molto elevato e superiore a 8,5 (talora arriva a 10).

Il sodio in eccesso si rivela dannoso alle piante per i seguenti motivi: tossico, interferisce con l'assorbimento di altri ioni, deteriora la struttura del terreno. Il terreno sodico presenta colloidali argillosi deflocculati, è impermeabile, asfittico, soggetto a forte fessurazione.

Per la correzione di questi terreni si prestano alcune sostanze (*correttivi dell'alcalinità*) capaci di spostare il sodio dal complesso adsorbente e di favorirne, l'allontanamento con le acque di scolo: solfato di calcio, zolfo, acido solforico, solfato di ferro, solfato di alluminio, cloruro di calcio.

Il solfato di calcio si trova facilmente disponibile come gesso e rappresenta senza dubbio il materiale più interessante e di più comune impiego.

#### *Terreni alcalini-salini*

Sono molto più comuni sia dei terreni salini che di quelli alcalini.

La resa delle colture in questi terreni è ridotta sia dall'eccesso di salinità ( $EC_e > 4$ ) sia dalla percentuale elevata di sodio adsorbito dai colloidali ( $ESP > 15$ ). Il pH è inferiore a 8,5 o, addirittura, a 8,2 se è presente solfato di calcio. Fino a che l'eccesso di salinità è presente le caratteristiche di questi terreni sono simili a quelle dei terreni salini.

La correzione dei terreni salini-alcalini prevede gli stessi interventi correttivi dell'alcalinità dovuta a sodio.

## Concimi e concimazione

Per concimazione si intende l'apporto di sostanze minerali od organiche al terreno allo scopo prevalente di esaltare la funzione nutritiva intervenendo soprattutto sulla sua fertilità chimica. Si apportano dunque gli elementi nutritivi asportati dalle colture in modo da permettere il rinnovarsi del processo produttivo senza andare incontro al graduale sfruttamento del suolo.

### Concimi chimici

Possiamo distinguere vari gruppi di concimi chimici: azotati, fosfatici, potassici, composti e complessi.

Si possono inoltre distinguere: concimi solidi e concimi fluidi (gassosi o liquidi). Quelli solidi, a loro volta, possono essere in polvere o in granuli.

Per **titolo** di un concime si intende la percentuale in peso di principio nutritivo contenuto nel prodotto commerciale. Per gli azotati il titolo è espresso in N, per i fosfatici in  $P_2O_5$ , per i potassici in  $K_2O$ . Ad esempio, 100 kg di urea (titolo 46%) contengono 46 kg di N.

### Concimi azotati

I concimi azotati vengono distinti in quattro gruppi: nitrici, ammoniacali, nitro-ammoniacali, a lento effetto.

**Concimi nitrici** - Siccome lo ione nitrico è direttamente e facilmente assorbito dall'apparato radicale delle piante, questi concimi possiedono una prontezza d'azione che non si riscontra in altri fertilizzanti. Essi quindi si-prestano molto bene per interventi eseguiti in copertura (quando le piante sono già nate) e soprattutto allorché si vuole una risposta immediata dalla coltura.

Altra caratteristica fondamentale dello ione nitrico è quella di non essere trattenuto dal potere assorbente del terreno per cui è notevolmente soggetto a perdite per dilavamento. Per limitare tali perdite di azoto in profondità si tende, in genere, a consigliare l'impiego di questi fertilizzanti in distribuzioni frazionate nel corso del ciclo culturale.

I concimi nitrici più noti in commercio sono due, il nitrate di sodio ed il nitrate di calcio. Ambedue possiedono un titolo di azoto pari al 15-16%.

**Concimi ammoniacali** - Lo ione ammonio, viene assorbito dalle piante generalmente in quantità molto minore dello ione nitrico ma, una volta arrivato nel terreno, subisce il processo di nitrificazione.

I concimi appartenenti a questo gruppo sono dunque caratterizzati da un'azione un po' più lenta dei precedenti. Lo ione ammonio inoltre, viene trattenuto dai colloidi del terreno per cui i concimi che lo contengono sono meno soggetti dei precedenti a perdite per dilavamento. Essi vengono normalmente considerati concimi da distribuirsi poco prima della semina, ma non è raro il loro impiego anche in copertura.

Calcocianammide e urea, pur essendo delle forme organiche di azoto, vengono assimilati ai concimi ammoniacali nel terreno le loro molecole vengono trasformate in urea ad opera dell'enzima *ureasi*.

La calcocianamide (20-21% di N) è stato uno dei fertilizzanti azotati più diffusi in passato perché, oltre ad apportare azoto al terreno esplica anche una certa azione erbicida ed antiparassitaria. Ora però viene meno usata.

L'urea (46% di N) è il concime azotato più utilizzato nell'agricoltura italiana. Il prodotto possiede un alto titolo di azoto, nella sua forma granulare permette un ovvio risparmio nelle spese di trasporto e si distribuisce facilmente. L'unità N presenta un costo fra i più bassi rispetto agli altri concimi azotati.

Il solfato ammonico (cristallino o granulare) ha un titolo del 20-21 %.

**Concimi nitro-ammoniacali** - Assommano le caratteristiche fondamentali dei due gruppi precedenti.

Il composto principale è il nitrato ammonico che ha un titolo del 26,5%. È molto impiegato in Italia.

**Concimi azotati a lento effetto o "ritardati"** - Uno dei principali difetti dei concimi azotati è quello di essere soggetti a perdite per dilavamento.

Un concime azotato ideale dovrebbe invece essere poco solubile, trattenuto dal terreno, e liberare ioni nitrici gradualmente nel tempo in relazione alle esigenze delle piante coltivate.

Si è tentato di raggiungere questo risultato attraverso varie vie:

- a) utilizzazione di composti che liberano azoto molto lentamente: ureaformaldeide;
- b) protezione dei granuli di concimi azotati normali con particolari sostanze (cere, vermiculite, resine, ecc.);

#### *Concimi fosfatici*

Il fertilizzante fosfatico più conosciuto è certamente il perfosfato minerale. Il titolo, espresso in  $P_2O_5$ , varia da 18-20% a 19-21%. Si trova sia sotto forma polverulenta che, più spesso, granulare. Il perfosfato minerale contiene inoltre una elevata percentuale di solfato di calcio (40-50%) e tracce di altri elementi. Si ricordano ancora:

- 1) perfosfato concentrato, con titoli da 24-26% a 34-36%;
- 2) perfosfato triplo, con titoli da 36-38% a 46-48%;

#### *Concimi potassici*

I concimi potassici più diffusi sono il cloruro e il solfato potassico. Il primo ha un titolo oscillante dal 37% al 60%, il secondo ha un titolo minimo del 47%. Il solfato, malgrado il costo più elevato, è preferito dagli agricoltori sia per la presenza di S (18-48% 503) che per lo scarso contenuto in Cl.

#### *Concimi minerali composti*

Con la denominazione di concimi composti si indicano dei fertilizzanti che contengono più di uno dei tre elementi principali della fertilità. A rigore di termini si dovrebbe distinguere fra **concimi complessi** (elementi combinati chimicamente) e **concimi composti** (*miscele* di più fertilizzanti) ma la vigente legislazione non distingue le due tipologie.

Possono essere invece distinte le seguenti tipologie: c.c. binari (NP, NK, PK), c.c. ternari (NPK). \_ Il titolo dei concimi complessi viene espresso in unità N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$ , indicati nell'ordine; così, ad esempio, se nel sacchetto si trovano scritti i numeri 7-10-9; significa che il concime contiene il 7% di N, il 10% di  $P_2O_5$  ed il 9% di  $K_2O$ .

I concimi composti, contenendo due o più elementi nutritivi, permettono un discreto risparmio nelle spese di distribuzione in campo, di trasporto e di immagazzinaggio.

La maggior parte dei concimi composti si presenta sotto forma granulare, ma esistono anche soluzioni e sospensioni.

#### *Concimi organo-minerali*

Sono concimi organo-minerali i prodotti ottenuti per reazione o miscela di uno o più concimi organici con uno o più concimi minerali semplici oppure composti.

Si distinguono in: *concimi organo-minerali azotati*, *c. organo-minerali NP*, *c. organo-minerali NK*, e *c. organo-minerali NPK*.

La sostanza organica che contengono può rallentare mediamente la messa a disposizione dell'azoto e migliorare, in condizioni favorevoli, la disponibilità degli altri elementi nutritivi.