

Summer school 2014
Bosco di Brussa, 9 Settembre 2014

AGRI-KNOWS

Trasferimento delle conoscenze in
agricoltura come valore aggiunto
per la tutela dell'ambiente

La fertilizzazione dei suoli ad uso agricolo

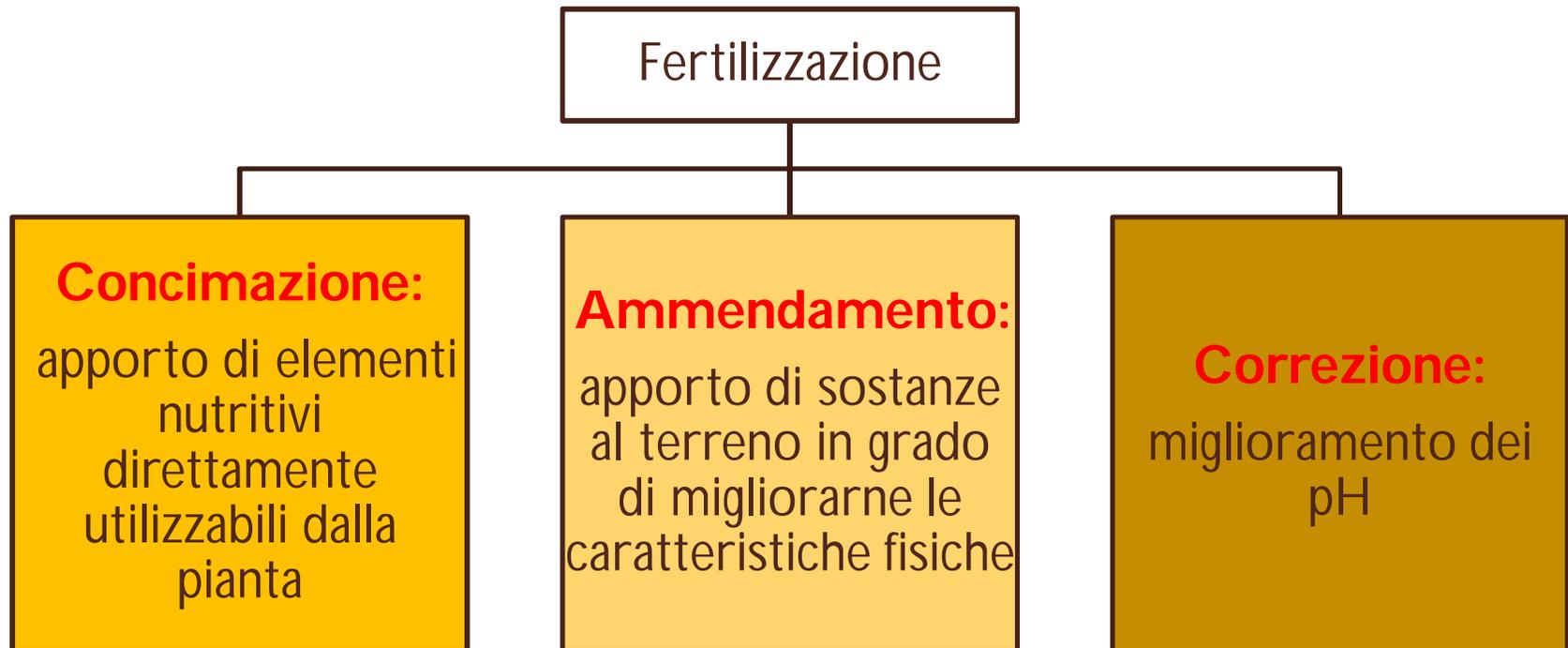
Dott.ssa Raffaella Petris



**Dipartimento di Scienze
Agrarie ed Ambientali (DISA)**

Fertilizzazione

Apporto di sostanze al terreno in grado di migliorarne la fertilità.



La fertilità del terreno rappresenta lo stato del terreno stesso in relazione alla sua capacità di fornire elementi nutritivi essenziali per la crescita delle piante senza provocare fenomeni di tossicità.

Fertilizzanti

Analogamente alla fertilizzazione i fertilizzanti si dividono in:

1. **Concimi**: rappresentati da quei materiali capaci di migliorare la funzione di nutrizione del terreno. I concimi sono quindi sostanze, minerali o organiche, di origine naturale o di sintesi, in grado di fornire alle colture uno o più elementi chimici ad esse necessari per l'accrescimento;
2. **Ammendanti**: rappresentati da quei materiali capaci di modificare le caratteristiche fisiche e biologiche del terreno ed essenzialmente la tessitura e la struttura (sostanza organica, materiali sabbiosi, condizionatori sintetici della struttura);
3. **Correttivi**: rappresentati da quei materiali capaci di modificare la reazione del terreno (calce viva, gesso, calcare).

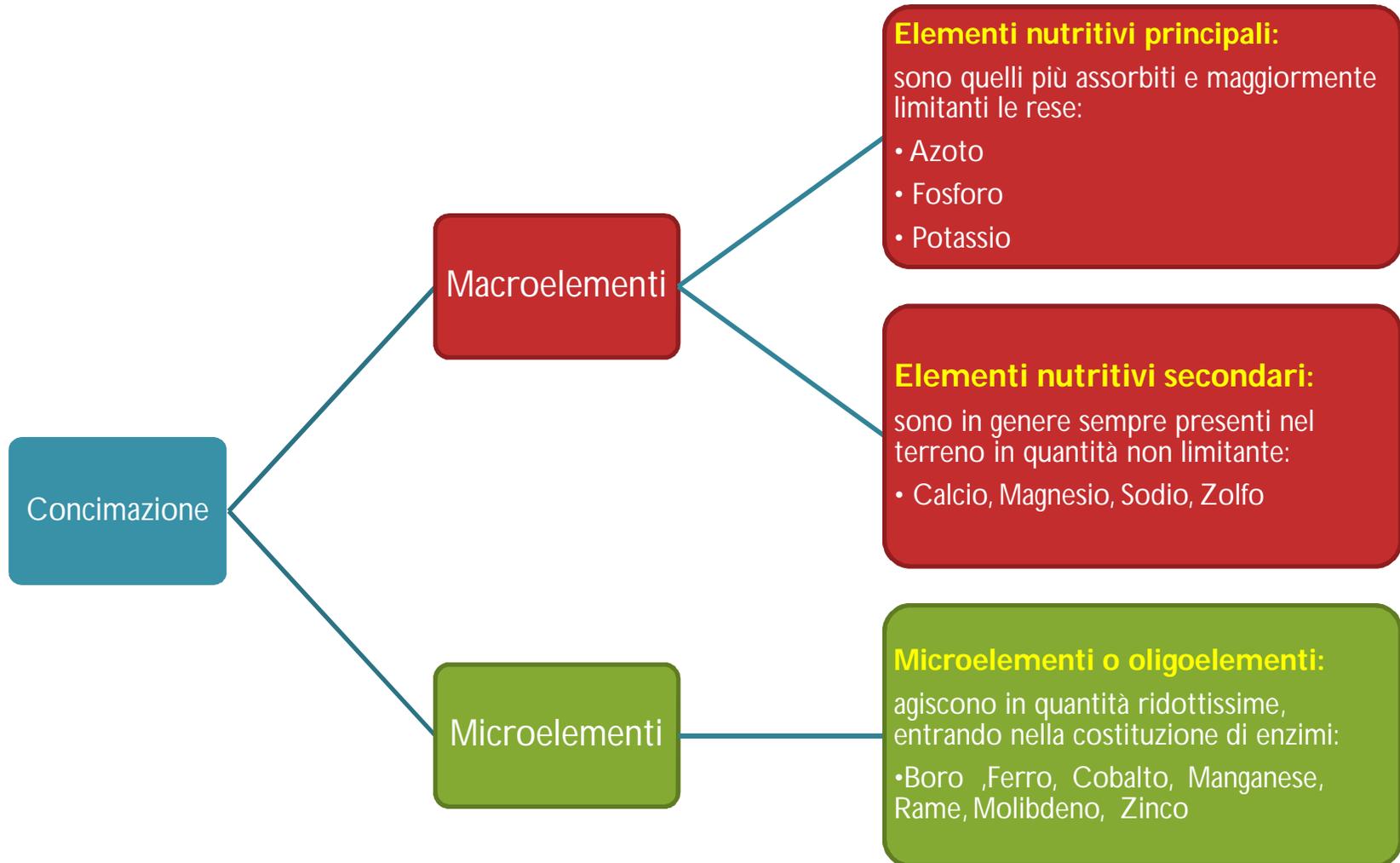


Concimazione

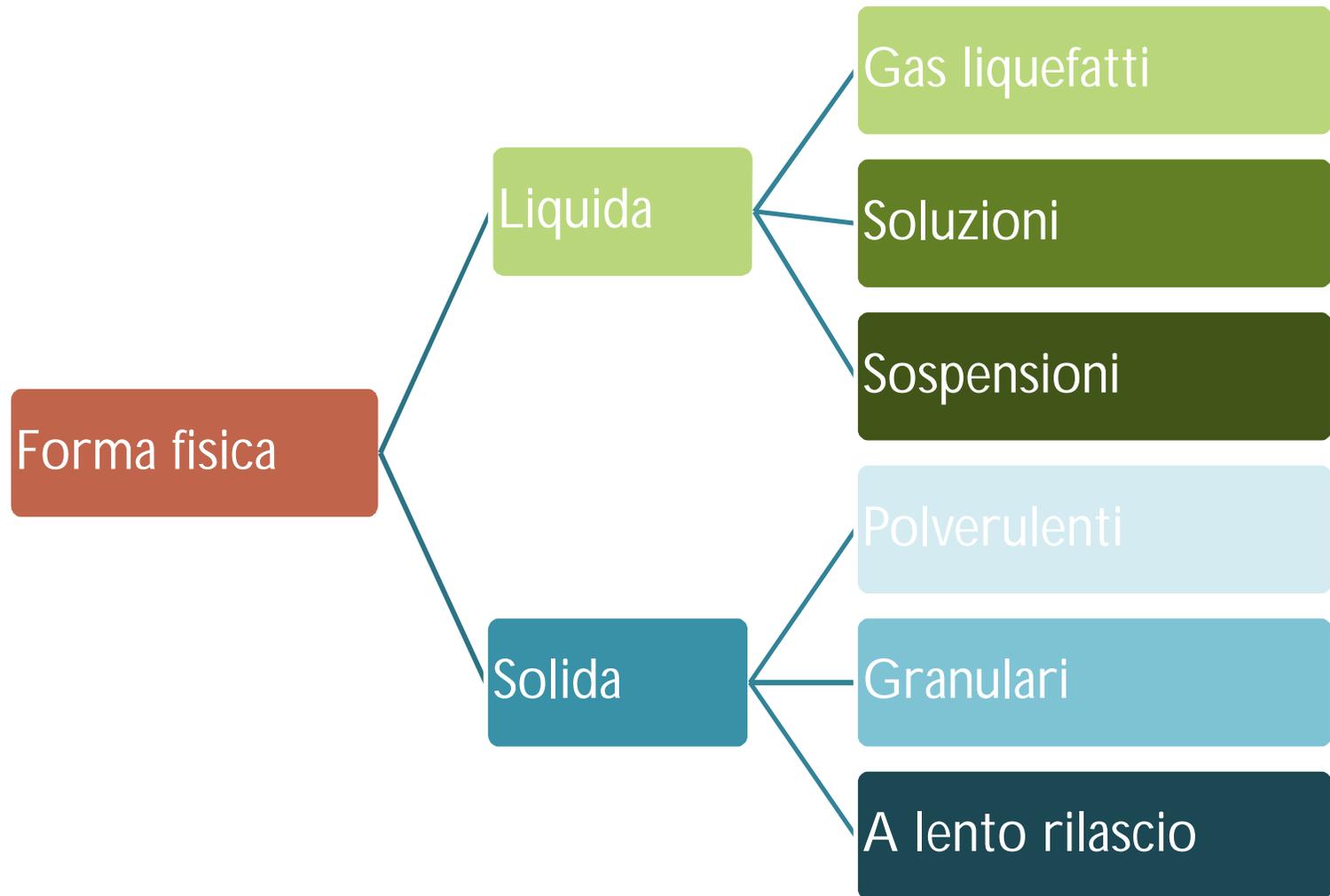
L'obiettivo fondamentale della concimazione è di fornire gli elementi nutritivi necessari alle piante coltivate per accrescersi e realizzare la loro produzione

14 elementi indispensabili all'accrescimento e alla produzione delle piante

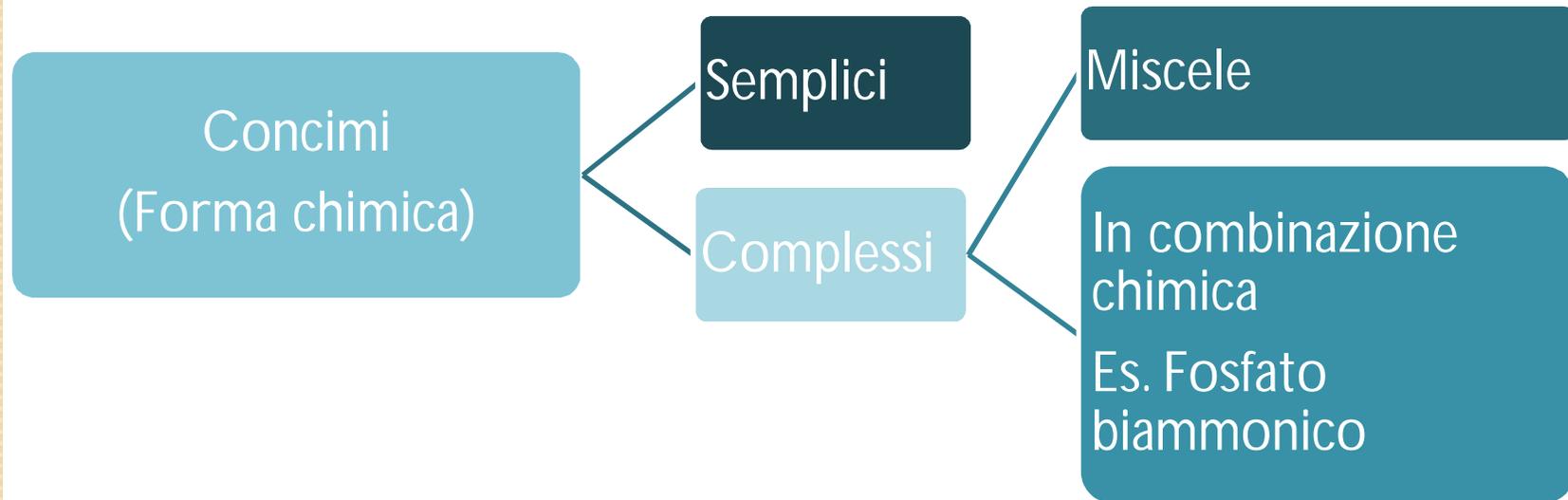
Macroelementi e Microelementi



Forme fisiche dei concimi



Forme chimiche dei concimi



Titolo dei concimi

Il titolo di un concime è il contenuto in elementi nutritivi del concime espresso in % sulla massa.

Per movimentare e distribuire meno materiale, è opportuno sia alto. Spesso però è la stechiometria che lo determina.

Ad es. urea 46% di N (ed è uno dei più alti); la sua formula è $\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}_2$;

i pesi molecolari sono: $\text{H}=1$; $\text{N}=14$; $\text{C}=12$; $\text{O}=16$;

Totale = $4\text{H}+2\text{N}+1\text{C}+1\text{O}=60$;

$\text{N}=28$

$28/60 * 100 = 46,6\%$

dovendo applicare un certo quantitativo a ha di elemento nutritivo, occorre dividere per il titolo il quantitativo, per sapere quanto prodotto tal quale applicare

es. 150 kg ha^{-1} di N come urea occorrono $150/0,46 = 326 \text{ kg}$ di prodotto a ha



Principi fondamentali della concimazione

Legge della restituzione: bisogna restituire al terreno le sostanze nutritive asportate dalle colture.

Legge del minimo o di Liebig: ogni pianta viene limitata nel suo sviluppo dall'elemento nutritivo più scarso nel terreno.

Legge del massimo: la quantità dei concimi somministrata non deve essere eccessiva, ma adeguata alle necessità delle singole colture.

Se usati in maniera eccessiva, i concimi possono causare danni all'ambiente, per es. inquinare le acque potabili.

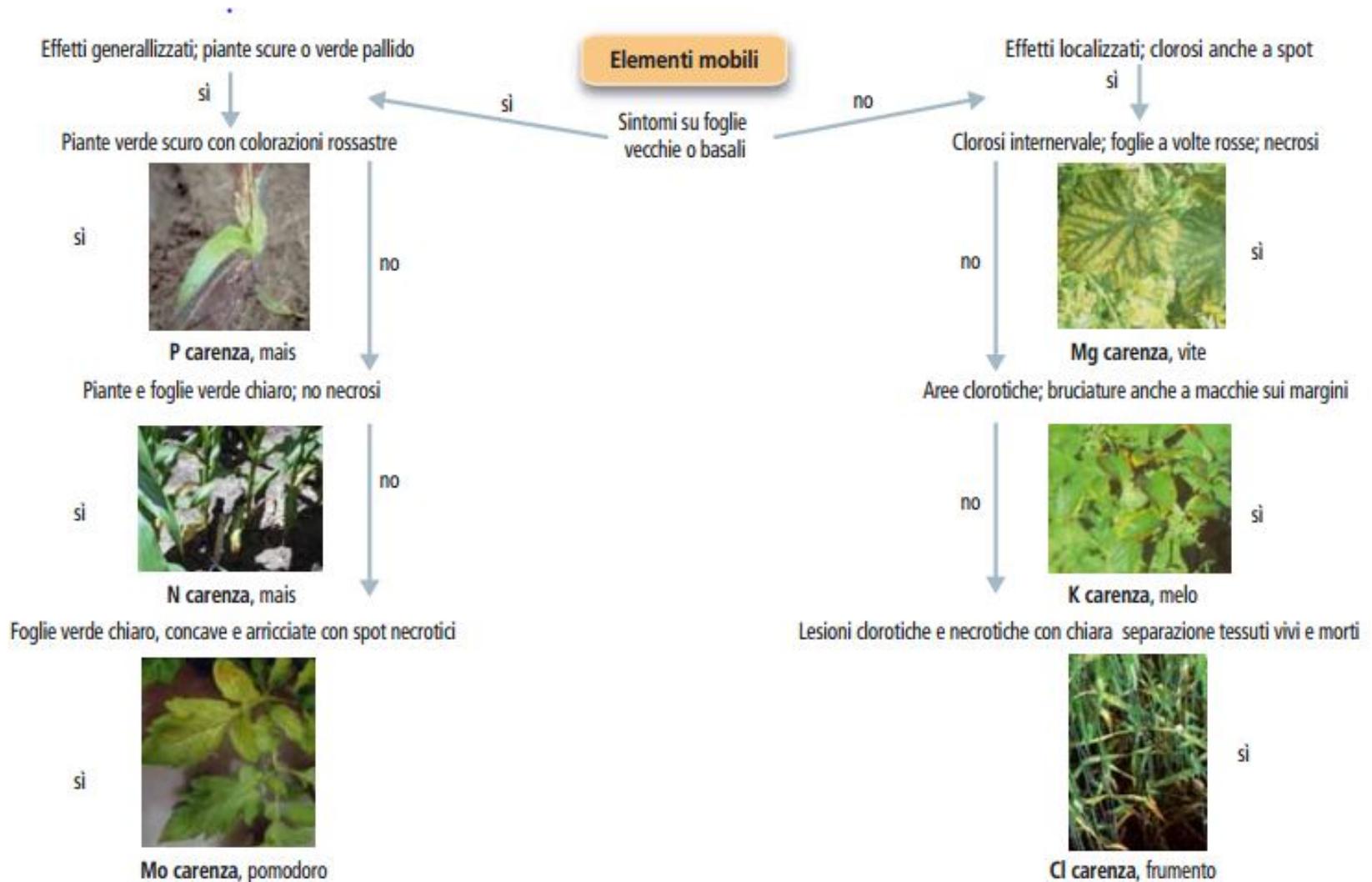


Redazione del piano di concimazione

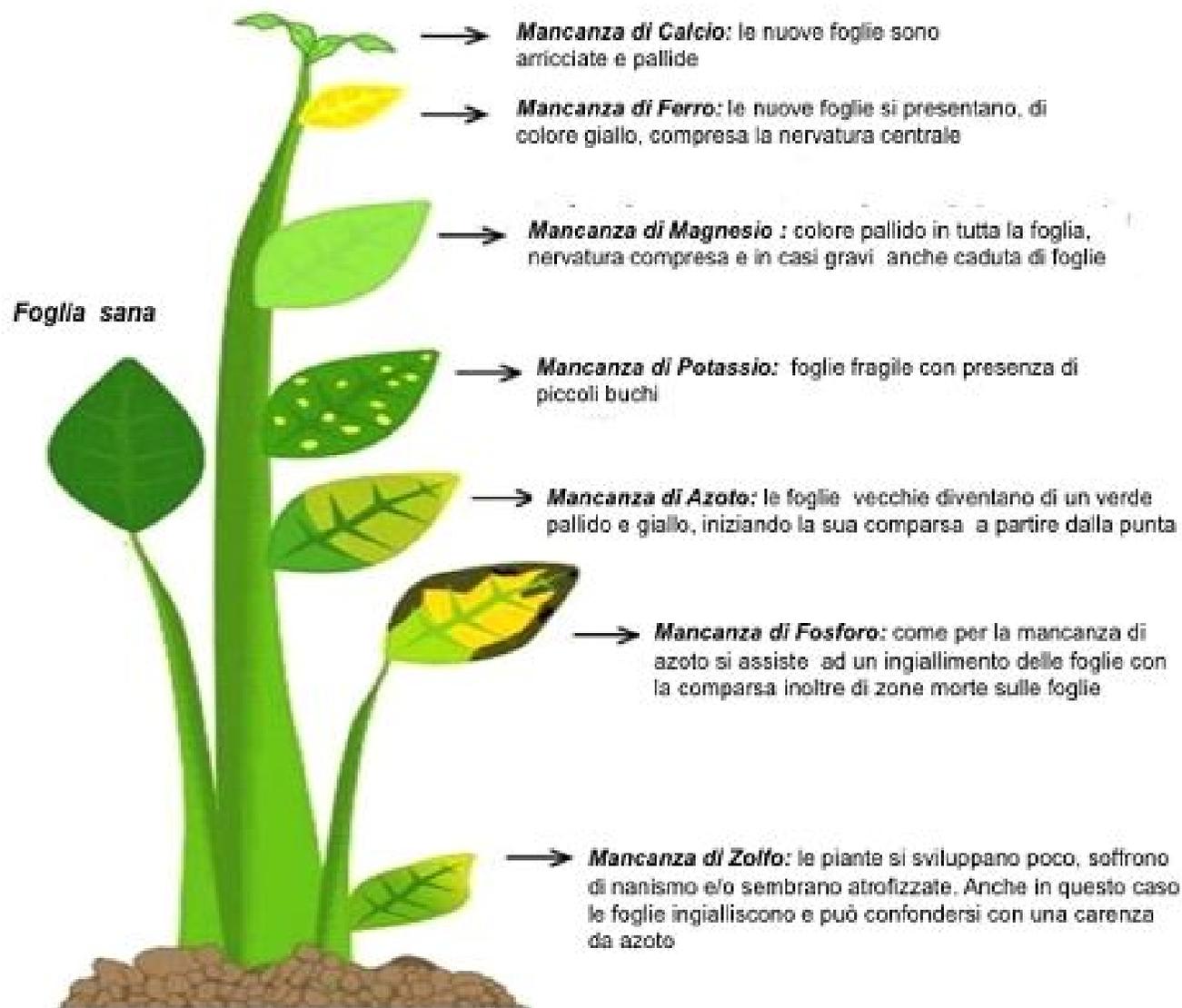
Per la redazione di un piano di concimazione è necessaria la conoscenza di:

- caratteristiche chimico-fisico del terreno sul quale verrà effettuata la coltivazione;
- caratteristiche climatiche della zona di coltivazione, con particolare riferimento all'entità e alla distribuzione delle precipitazioni atmosferiche;
- ciclo biogeochimico dell'elemento nutritivo che dovrà essere fornito alle piante con la concimazione;
- necessità e ritmo di assorbimento durante l'intero ciclo colturale dell'elemento nutritivo da parte della coltura da concimare;
- quantità di elemento nutritivo in entrata e in uscita dal terreno per cause diverse dalla concimazione e dall'assorbimento della coltura.

Chiave indicativa per l'individuazione dei sintomi visibili delle macro e microcarenze



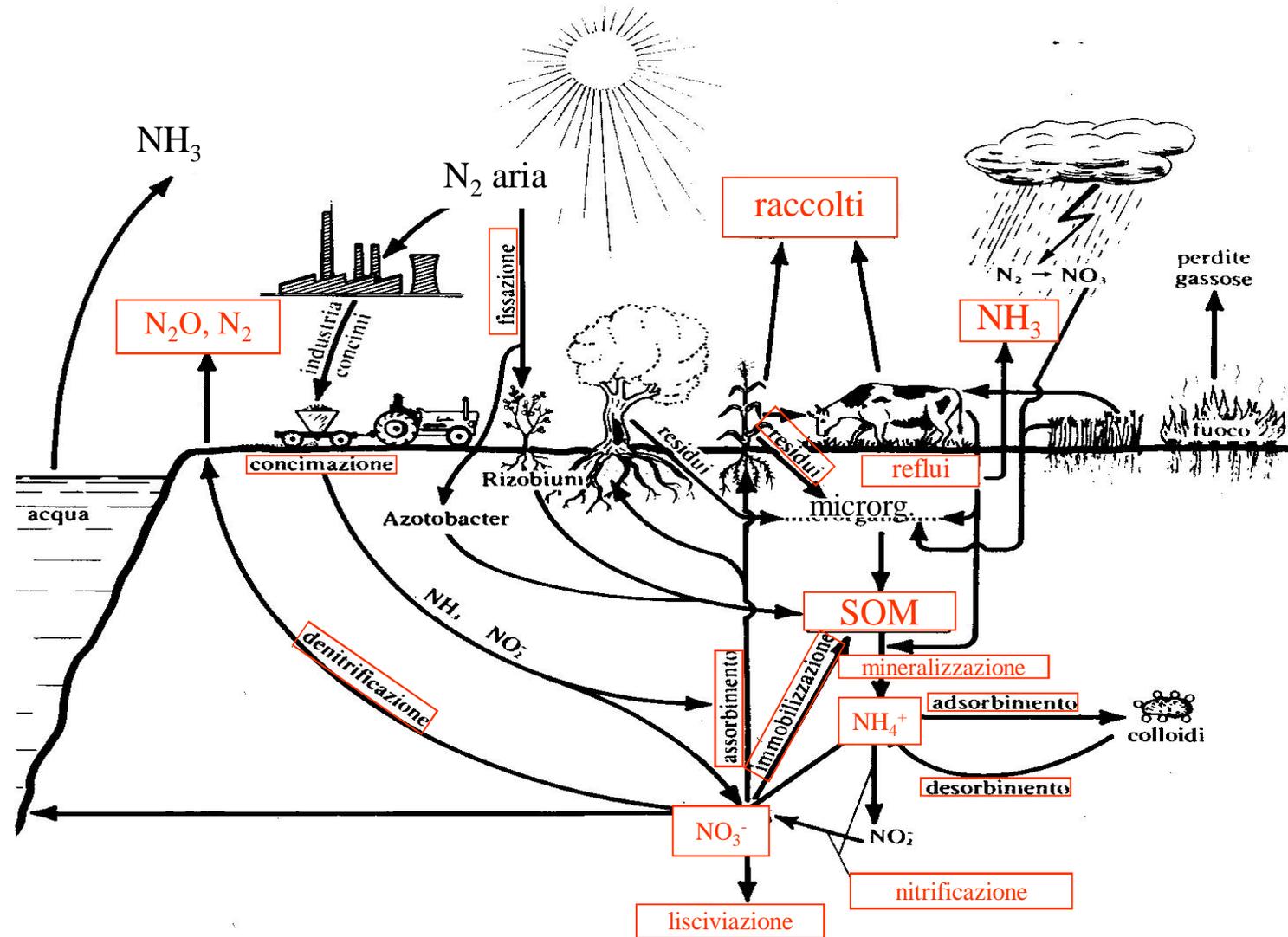
Carenze elementi nutritivi





Azoto

CICLO DELL'AZOTO



L'azoto e la pianta

- Le piante contengono solitamente dall'1 al 5% di azoto nella sostanza secca dei tessuti maturi, ma possono contenerne il 5-6% in quelli giovani.
- La maggior parte forma le proteine, ed è presente in molecole fondamentali come la clorofilla e gli acidi nucleici.
- L'azoto esercita sulle piante una intensa azione di stimolo dell'accrescimento, presenza di clorofilla abbondante.

Il livello produttivo è primariamente condizionato dall'assorbimento di N

Le principali fonti di azoto per la pianta

- Nitrato (NO_3^-) o anidride nitrica (N_2O_5).
- Nitrito (NO_2^-) o anidride nitrosa (N_2O_3).
- Ammoniaca (NH_3).
- Azoto atmosferico (N_2)*.

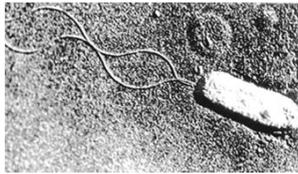
(*) Quest'ultimo è utilizzato solo dalle leguminose tramite azoto fissazione simbiotica



Azotofissazione simbiotica

L'**azotofissazione** (batteri) è accoppiata direttamente alla **fotosintesi** (piante)

La più nota è la simbiosi tra **Rizobi** e **Leguminose**



Batteri Gram-negativi, aerobi, mobili, di forma bastoncellare, possono anche vivere come eterotrofi nel suolo: 10^2 - 10^4 per g



Neoformazioni radicali:

Noduli

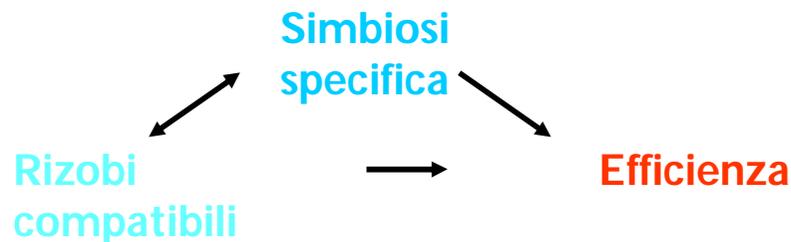


Circa 600 generi e 18.000 specie, includono piante arboree, arbustive, erbacee ed anche acquatiche.

Un buon prato di trifoglio arriva a fissare 100-400 Kg di azoto per ettaro.

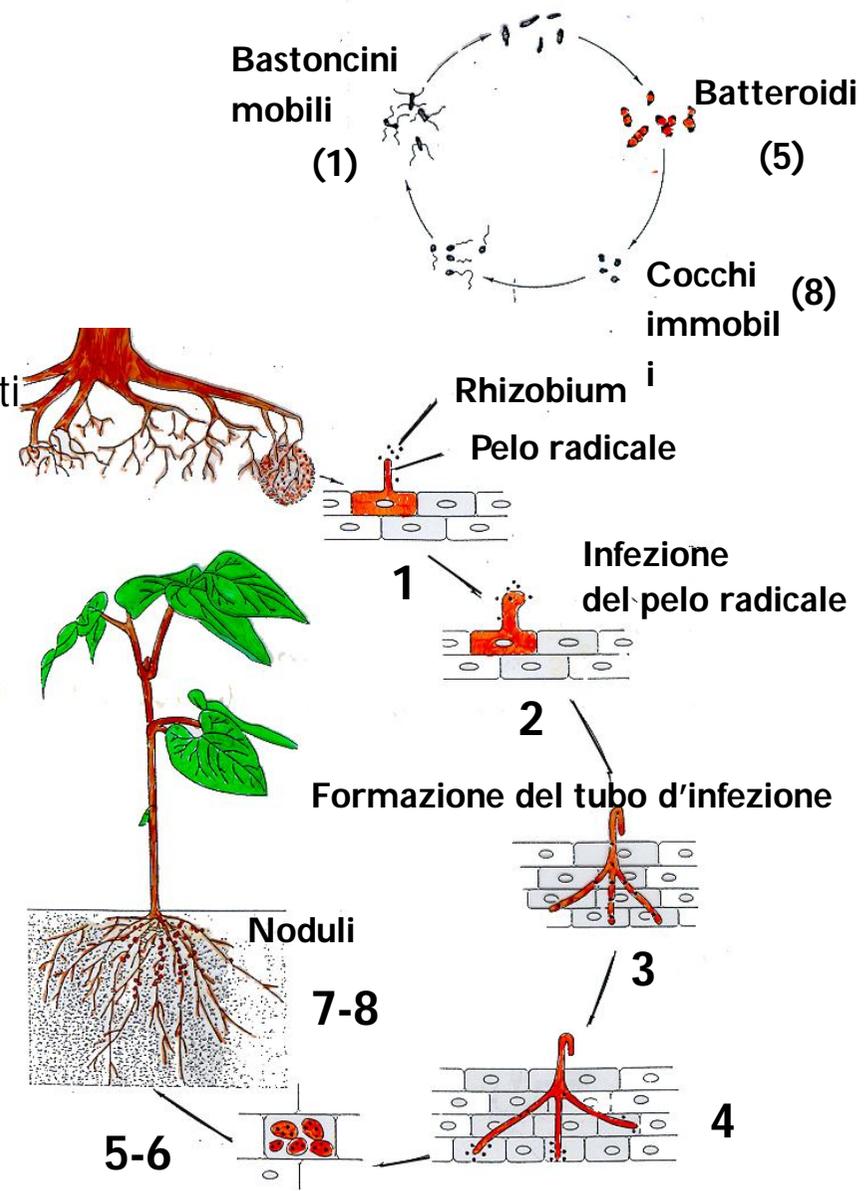


Certe *Acacie* tropicali possono fissare fino a 200 Kg/ha/anno



- 1) adesione dei rizobi ai peli radicali a seguito di segnali molecolari tra pianta e ospite: induzione geni **nod**
- 2) incurvamento dei peli radicali
- 3) inizio e sviluppo del filo di infezione
- 4) rilascio e moltiplicazione dei batteri, avvolti dalla membrana, all'interno delle cellule corticali dell'ospite
- 5) trasformazione dei batteri in batteroidi, 10 volte più grandi, che non si dividono
- 6) sintesi della leg-emoglobina nel citoplasma della cellula vegetale
- 7) sintesi della nitrogenasi (geni **nif**) e fissazione dell'azoto
- 8) degenerazione del nodulo e liberazione dei rizobi nel terreno dove riprendono la forma di cocchi

Ciclo dei rizobi nel suolo



Processo di infezione e formazione dei noduli

L'azoto e la concimazione azotata

Eccesso azoto

Problemi connessi a elevata o eccessiva disponibilità di N:

- Sviluppo della parte aerea e radici poco sviluppate.
- Fogliame verde scuro.
- Spaccatura dei frutti maturi.
- Rallentamento della velocità di sviluppo: ritardo nelle date di fioritura, fruttificazione e maturazione
- Germogli teneri.
- Suscettibilità a malattie fungine e parassitarie (afidi soprattutto).
- Minor resistenza a avversità climatiche
- Aumento consumi idrici
- Accumulo di nitrati nella pianta

L'azoto e la concimazione azotata

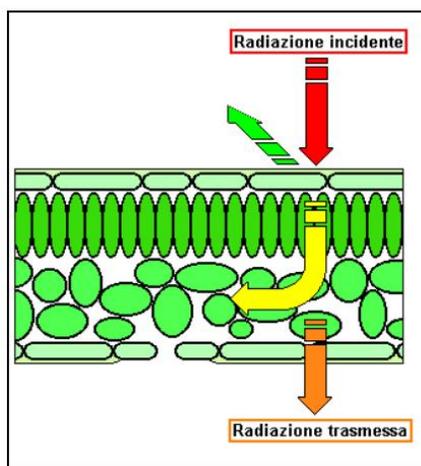
Carenza d' azoto

- Crescita stentata
- Clorosi (ingiallimento delle foglie) prima nelle foglie vecchie e poi in quelle giovani.
- L'apice delle foglie, a partire dalle più vecchie, inizia a disseccarsi precocemente
- Caduta delle foglie (dopo la clorosi)

Metodi non distruttivi per rilevare il livello di nutrizione azotata

- Spad

Rileva un indice fortemente correlato con la quantità di clorofilla

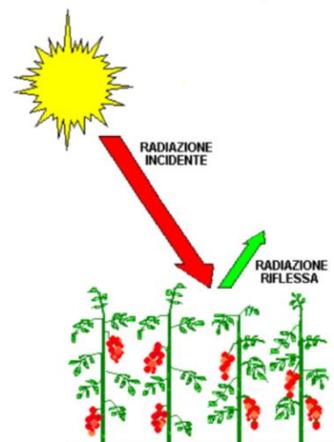


Schematizzazione di una foglia sulla quale viene misurata la trasmittanza con strumento SPAD



- Cropscan

La proporzionalità tra lo stato nutrizionale e le condizioni di sviluppo vegetale permette di stimare indirettamente, il tenore in azoto di una coltura (Cropscan Inc., 2001).



Principio di funzionamento del Cropscan (misura della riflettanza fogliare)



Forme chimiche dell'azoto maggiormente presenti nel terreno e nei concimi

Forma chimica	Caratteristiche
Azoto ammoniacale (N-NH_4^+)	è assorbito dalle piante solo in casi particolari; è trattenuto dal potere assorbente del terreno e non viene lisciviato; è legato alla sostanza organica e alle argille del terreno.
Azoto nitrico (N-NO_3^-)	è la forma che viene assorbita dalle piante; non è trattenuto dal potere assorbente del terreno; è solubilissimo in acqua ed è disciolto nella soluzione circolante nel terreno; è facilmente lisciviabile.
Azoto organico (N-NH_2)	è contenuto nella sostanza organica del terreno; non è direttamente utilizzabile dalle piante ma viene lentamente reso disponibile attraverso il processo di mineralizzazione.

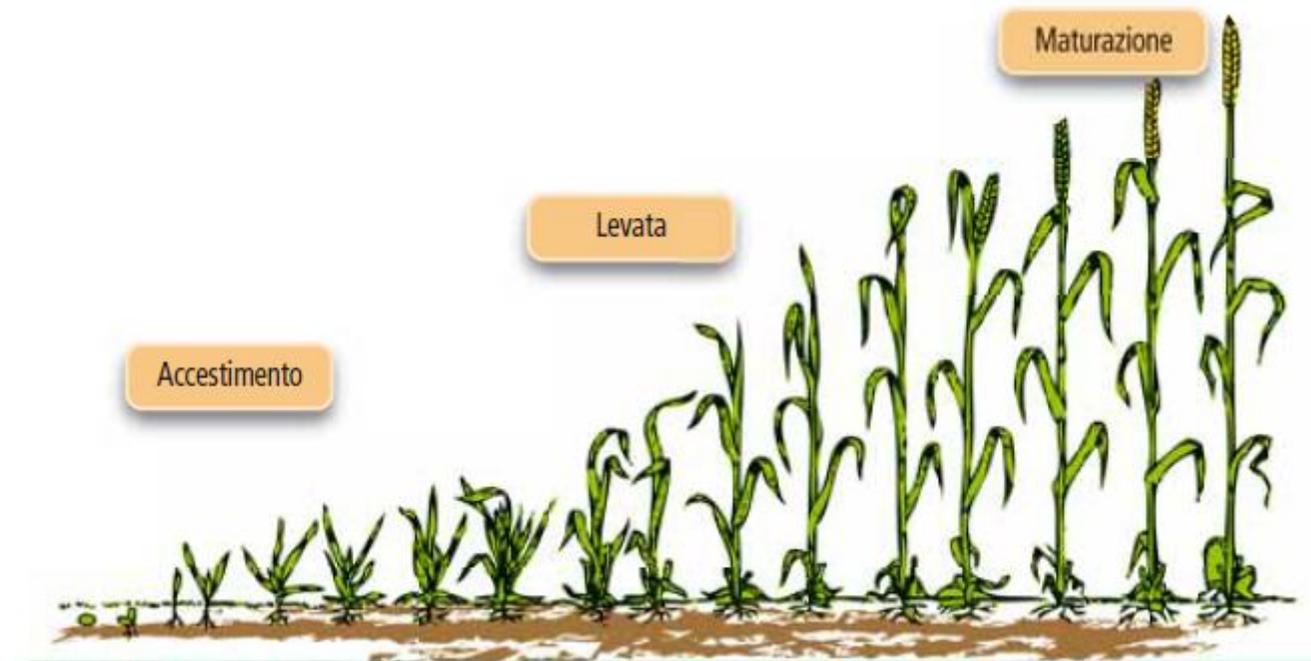
Fabbisogni di N della pianta

Fabbisogno totale = asporti di una coltura in condizioni non limitanti (N potenzialmente assorbibile)

L'asporto di N non è lineare, segue un andamento approssimativamente sigmoidale:

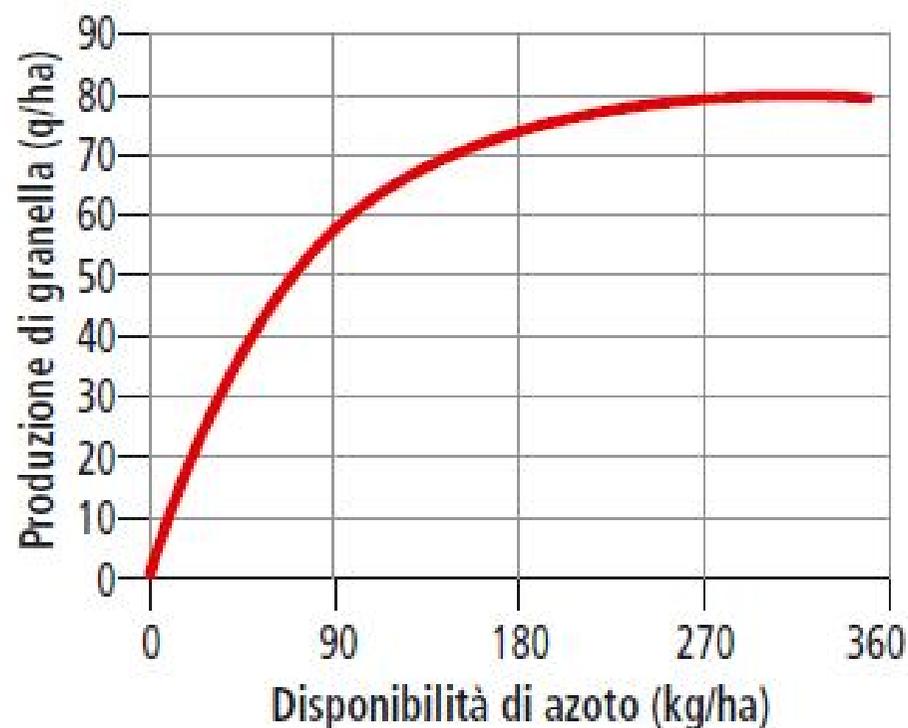
- Fasi iniziali: poca fitomassa, poco assorbimento nei cereali:
- Levata e fioritura: elevato assorbimento
- Fioritura-allegagione nei fruttiferi: elevato assorbimento
- Maturazione: rallentamento assorbimento N

Ciclo di crescita del frumento



Per quanto riguarda la concimazione azotata, il ciclo del frumento può essere suddiviso in tre fasi (dalla semina all'inizio della levata, dall'inizio della levata alla fioritura, dalla fioritura alla raccolta) durante le quali la richiesta dell'elemento da parte delle piante varia ampiamente

Relazione tra produzione di granella del frumento e disponibilità di azoto per la coltura



La produzione di granella cresce progressivamente fino a raggiungere una soglia oltre la quale l'impiego di un'ulteriore unità non provoca incrementi produttivi apprezzabili.

Tipologie di concimi azotati

- **Concimi nitrici.** Contengono azoto in forma nitrica, che è quella che viene assorbita dalle piante. I nitrati, però, non vengono trattenuti dal potere assorbente del terreno per cui risultano soggetti a dilavamento. Hanno una elevata prontezza di azione.
- **Concimi ammoniacali.** Contengono azoto in forma ammoniacale. Lo ione ammonio viene sottoposto a nitrificazione a opera dei microrganismi del terreno e viene trattenuto dai colloidali del suolo. Hanno una ridotta prontezza di azione e non sono quasi per niente lisciviabili.
- **Concimi nitro-ammoniacali.** Presentano caratteristiche comuni ai due gruppi precedenti.
- **Concimi organici. (es Urea)** Presentano caratteristiche simili ai composti ammoniacali, non sono lisciviabili e non hanno prontezza d'azione.
- **Concimi a lento effetto e a rilascio controllato.** Sono prodotti poco solubili o rivestiti con membrane di varia natura in grado di liberare gradualmente nel tempo l'azoto che contengono. In genere un concime a lento effetto si basa sulla relativa insolubilità in acqua del composto chimico che contiene, mentre un concime a rilascio controllato è rivestito o incapsulato con prodotti a lenta solubilità.

Concimi ammoniacali:

Solfato ammonico: titolo 20-21%,
granulare

Reazione: la soluzione acquosa è acida (il
pH della soluzione al 1% è circa 4,6)

Contenuto di zolfo 23-24%

Difetti:

- più caro dell'urea
- solfato è acidificante (no in terreni acidi)

Da N a NH_4 moltiplicare N per 1,28

Da NH_4 a N moltiplicare NH_4 per 0,82

Concimi nitrici:

solubilissimi e rapidamente assorbiti

- **Nitrato di sodio** (o del Cile) 16% N, 25% Na; contiene anche microelementi, in particolare Boro. No in terreni argillosi, sodio deflocculante
- **Nitrato di Ca**: 15.5% N (e 25% CaO). Deliquescente, troppo costoso

Da N a NO_3 moltiplicare N per 1,28

Da NO_3 a N moltiplicare NO_3 per 0,23

Concimi nitro-ammoniacali:

N in parte nitrico e in parte ammoniacale
mediano pregi e difetti dei nitrici e degli ammoniacali

Nitrato di ammonio: al 26,5 % di N,

Reazione: la soluzione acquosa è acida (il pH della soluzione al 1% è circa 5,4) costa poco, va bene in tutti i terreni

Solfonitrato di magnesio

Solfonitrato di ammonio



Concimi contenente azoto organico di sintesi:

Possiedono caratteristiche chimiche simili ai composti ammoniacali

Urea

Calcionamide

Calciocianamide (CaCN_2):

20-21% di N. Polvere nera (30% di carbone).
Contiene anche il 30% di calce viva. Si trasforma
(rapidamente) in urea, poi in ammoniaca

- Reazione alcalina

Pregi:

- correttivo nei terreni acidi
- azione contro insetti, nematodi, crucifere infestanti

Difetti:

- prezzo
- polvere
- difficile conservazione, forma blocchi

Urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$):

Titolo 46% di N. Per idrolisi diviene ammoniacca (processo rapido tramite Ureasi)

- Reazione praticamente neutra

Pregi:

- l'unità di N meno costosa
- titolo alto
- ben conservabile
- utilizzabile anche in soluzione (assorbimento fogliare)

Difetti:

- possibili perdite per volatilizzazione in terreni acidi e calcarei
- Finché non è idrolizzata facilmente lisciviabile

Condensati Urea-aldeidi

Urea-formaldeide (UF)

Isobutiliden diurea (IBDU)

Crotonilidendiurea (CDU)

Reazione: il pH acquoso varia da 6 (Per CDU) a 8 (per UF e IBDU)

Concimi a lenta cessione

Possono erogare nel terreno azoto ureico con flusso lento e continuo

Svantaggi elevato prezzo

Concimi a lenta cessione

- Servono a rallentare la liberazione dell'N per sincronizzarla con le esigenze colturali. Non si usano in pieno campo, il ritardo non è sufficiente
- Ureaform: (azorit): reazione tra urea e formaldeide, vari polimeri di metilen-urea, liberato il 70-80% dell'N dopo 1 mese è utile in orticoltura ma soprattutto per tappeti erbosi.
- Complessi ad azione rallentata es. fosfati di Fe, Zn, polifosfati di ammonio
- Granuli di urea o ureaform rivestiti con cere, resine ecc.
- substrati assorbenti: vermiculite, perlite usati in floricoltura
- inibitori dell'ureasi: possibili interferenze dannose con la microflora (N-serve)
- Prezzi elevatissimi, efficacia non sempre comprovata



Fosforo

Il fosforo

Presenza nella biomassa secca in piccola percentuale, ma molto importante dal punto di vista fisiologico

- ATP, ADP
- in molecole nei cicli fotosintetici
- acidi nucleici
- sostanze di riserva fosforate di tuberi e semi (fitina, fosfolipidi)

Assimilato dalle piante come ione PO_4^-

Peculiarità:

- Fabbisogni di fosforo elevati in piante giovanissime
- Favorisce le fasi iniziali di sviluppo degli apparati radicali
- Aumenta la precocità (al contrario dell'N)

Sintomo di carenza di P: simili a N, ma bordi delle foglie rossastri

Il fosforo

Forme di fosforo:

- solubile ioni mono, bi e tri valenti
- fosforo organico
- fosforo precipitato (retrogradazione)

Il fosforo è localizzato negli strati più superficiali.

Mobilità del fosforo: quasi nulla, necessità di incorporazione nello strato lavorato (anche se è sensata la concimazione in copertura di prati)

Perdite: presenza di fosforo nelle acque di ruscellamento: spesso elevata, ma collegata all'asporto di suolo (erosione), con il P legato, meno fosforo solubile e quindi biologicamente attivo;

Stime recenti indicano che il 30% del P nelle acque superficiali è di origine agricola. Il problema si è aggravato con l'uso eccessivo (e inutile) del P. Si registrano i primi casi di lisciviazione di P.

Principi della concimazione fosfatica

- Apporti: se la dotazione del terreno è sufficiente, dovrebbe essere fatta in base a bilancio, considerando i ritorni al terreno. Valori di asporto dell'ordine di 50-100 kg ha⁻¹
- Solo in caso di forte retrogradazione (raro, terreni alcalini, calcarei) aumentare gli apporti fino al 50%
- Concimazioni di arricchimento: è stata fatta in quasi tutti i terreni italiani, con quantitativi doppi o tripli di quelli asportati. I terreni calcarei NON si arricchiscono di P assimilabile.
- Epoca: non è importante il momento di distribuzione
- Interrare profondamente.
- Attenzione ai fenomeni di retrogradazione (perdita di solubilità dei fosfati)

Concimi fosfatici

Il titolo è espresso in P_2O_5 solubile in acqua (fosfato monocalcico) e in citrato ammonico (fosfato bicalcico). Al fosfato tricalcico non è riconosciuto alcun valore.

- Perfosfato minerale: attacco di rocce fosfatiche con acido fosforico; si formano fosfati mono e bicalcici, e il 50% circa di gesso (solfato di Ca). Il titolo è variabile, in genere difficile da tenere costanti e si indica con 2 numeri. Varia tra il 14 e il 22%, i più diffusi sono il 18-20 e il 19-21.
- Perfosfati doppi e tripli: attacco con acido fosforico (oltre che solforico) si può arrivare fino al 50% di P_2O_5 doppi: titolo 26% o 35%, tripli 46-48%.
- Scorie Thomas: prodotti dall'industria metallurgica come scarto della defosforazione dell'acciaio; oggi il processo Thomas non si usa più e le scorie sono rare. Sono state il primo concime fosfatico. Polverulento azione lenta, 55% calce, molti microelementi.

Da P a P_2O_5 moltiplicare P per 2,29

Da P_2O_5 a P moltiplicare P_2O_5 per 0,44

superfosfato normale

(impropriamente chiamato anche perfosfato minerale)

Vantaggi:

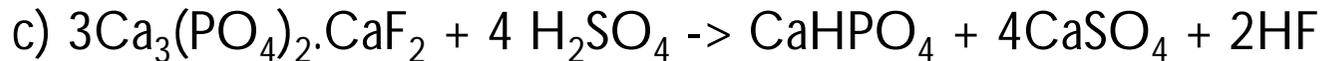
- basso costo di produzione e di tecnologia degli impianti
- buona efficienza

Svantaggi:

- titolo non molto alto (circa 21%)
- processo produttivo

Si ottiene per trattamento con acido solforico della fosforiti.

Considerando come minerale principale la fluoroapatite a seconda della quantità di acido solforico impiegato di possono favorire una di queste tre reazioni.



La reazione che si cerca di favorire è la (b).

superfosfato normale

Il $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ (calcio diidrogenofosfato, chiamato comunemente fosfato monocalcico) è caratterizzato da una bassa igroscopicità.

In genere però è impossibile fare avvenire una unica reazione perciò quello che si ottiene è in realtà una miscela di composti.

Per migliorare le caratteristiche finali del prodotto, dopo la reazione si lascia ulteriormente riposare (maturare) il tutto per circa un mese.

In questo modo vengono favorite queste reazioni che aumentano la % di fosfato monocalcico:

- (fosforite non reagita + acido fosforico prodotto) $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2 + 14\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow 10\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{HF}$
- (fosfato bicalcico + acido fosforico) $\text{CaHPO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$

La composizione finale del superfosfato normale è la seguente:

- $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \approx 20\%$ (fosfato monocalcico)
- $\text{H}_3\text{PO}_4 > 5\%$ altrimenti diventa igroscopico (acido ortofosforico)
- $\text{CaHPO}_4 \approx 2\%$ (calcio idrogenofosfato chiamato comunemente fosfato bicalcico)
- fosforite non reagita $\approx 2\%$
- $\text{CaSO}_4 \approx 50\%$ (gesso)
- Acqua $\approx 2\%$

superfosfato triplo

Si tratta di un processo praticamente analogo a quello seguito per il superfosfato normale, solo che al posto dell'acido solforico si trattano le fosforiti con l'acido ortofosforico.

I costi sono leggermente superiori, ma si ottiene un fertilizzante con un titolo di P_2O_5 di circa il 45%.

- La composizione del superfosfato triplo è circa la seguente:
- $Ca(H_2PO_4)_2 \approx 70\%$ (fosfato monocalcico)
- $H_3PO_4 > 5\%$ altrimenti diventa igroscopico (acido ortofosforico)
- $CaHPO_4 \approx 15\%$ (calcio idrogenofosfato chiamato comunemente fosfato bicalcico)
- fosforite non reagita $\approx 5\%$
- $CaSO_4 \approx 3\%$ (gesso)
- Acqua $\approx 2\%$

fosfati di ammonio

Pur contenendo anche azoto, vengono usualmente trattati tra i concimi fosfatici.

La composizione dei composti puri è la seguente:

- fosfato monoammonico (MAP) =
 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ %N=12 %P₂O₅=62 (meno igroscopico)
- fosfato biammonico (DAP) =
 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ %N=21 %P₂O₅=54 (più alto rapporto N/P)

Sono i fertilizzanti fosfatici più utilizzati in quanto presentano titoli elevati e buone caratteristiche fisiche.

Il MAP è meno igroscopico, ma il DAP ha un più alto rapporto N/P.

Quando si vuole un rapporto N/P più alto di quello del DAP, ma un prodotto non igroscopico la combinazione ideale è MAP + solfato di ammonio.



Potassio

Il potassio

Circa 1% del peso secco, come K^+ disciolto nei succhi cellulari; regolatore fisiologico di:

- permeabilità cellulare
- equilibrio acido-basico (neutralizza acidi organici)
- sistemi enzimatici della sintesi dei glucidi, proteine, grassi
- resistenza ad avversità (freddo, patologie)
- turgescenza cellulare

alto K → alti zuccheri (uva, bietola, frutti più conservabili)

Carenze di potassio con sintomi molto diversi nelle diverse specie

Carenze anche per antagonismo col Mg

I vegetali hanno un "consumo di lusso" del K; la concimazione non può basarsi solo sugli asporti, occorrono prove di concimazione

Terreni spesso ben dotati di K

Il potassio

Esigenze differenziate per coltura

- cereali sembrano essere in grado di estrarre K insolubile dal suolo
- Bietola, patata, vite, oleifere: i max risultati con concimazione K
- Prati il K favorisce le leguminose a scapito delle graminacee

Epoca:

- Concimazioni in presemina interrato per bassa mobilità.
- Qualche vantaggio dal frazionamento su riso e prati

Concimi Potassici

Origine: da minerali potassici dopo dilavamento di NaCl. Il titolo è espresso in K_2O .

- Cloruro potassico: 60% K_2O , no su colture che temono il cloro (fagiolo, tabacco) non usare in copertura
- Solfato potassico: titolo 48-52% K_2O , nessuna controindicazione
- Salino potassico: al 34-45% K_2O , sottoprodotto dello zuccherificio. Nessuna controindicazione, poca disponibilità

Da K a K_2O moltiplicare K per 1,20

Da K_2O a K moltiplicare K_2O per 0,83

Concimi complessi

- Binari: NP o NK o PK
- Ternari: NPK

Concimi N-P-K titolo espresso con tre numeri, per i tre elementi es. 8-24-24

(8% N, 24% P_2O_5 , 24% K_2O sempre in ordine)

Vantaggi:

- granulari
- alti titoli
- risparmio mano d'opera (1 sola distribuzione)
- uniformità del rapporto tra gli elementi distribuiti

Svantaggi:

- costosi
- troppe formule commerciali
- Tempismo difficile (spreco di N)

Tabella di compatibilità di miscela

Compatibilità dei principali concimi idrosolubili nella preparazione delle soluzioni concentrate

		Urea (Urea)	Nitrato Ammonico (AN)	Solfato Ammonico (AS)	Nitrato di Calcio (CN)	Acido Fosforico (PA)	Fosfato Monoammonico (MAP)	Fosfato Monopotassico (MKP)	Nitrato di Potassio (PN)	Nitrato di Magnesio (N+Mg)	Solfato di Magnesio (MgS)	Solfato di Potassio(SOP)	Urea Fosfato(UP)	Polifosfati Potassici (VitaPhos-K)
Urea	(Urea)		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Nitrato Ammonico	(AN)	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Solfato Ammonico	(AS)	C	C		L	C	C	C	L	C	C	C	C	C
Nitrato di Calcio	(CN)	C	C	L		X	X	X	C	C	L	L	C	X
Acido Fosforico	(PA)	C	C	C	X		C	C	C	X	X	C	C	C
Fosfato Monoammonico	(MAP)	C	C	C	X	C		C	C	X	X	C	C	C
Fosfato Monopotassico	(MKP)	C	C	C	X	C	C		C	X	X	C	C	C
Nitrato di Potassio	(PN)	C	C	L	C	C	C	C		C	L	C	C	C
Nitrato di Magnesio	(N+Mg)	C	C	C	C	X	X	X	C		C	C	C	X
Solfato di Magnesio	(MgS)	C	C	C	L	X	X	X	L	C		C	C	X
Solfato di Potassio	(SOP)	C	C	C	L	C	C	C	C	C	C		C	C
Urea Fosfato	(UP)	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		C
Polifosfati Potassici	(VitaPhos-K)	C	C	C	X	C	C	C	C	X	X	C	C	

C = compatibile X = non compatibile L = limitata compatibilità precipitati alte concentrazioni L = limitata compatibilità solubilità ridotta alte concentrazioni

Tabella di compatibilità di miscela

Esempio: Urea

Compatibile senza limitazioni: nitrato di sodio, di potassio, di calciofosfati naturali, scorie di Thomas, fosfato bicalcico

Compatibile solo al momento dell'uso (per evitare retrogradazioni di principi attivi): perfosfato minerale

Incompatibili (per evitare formazioni di miscele igroscopiche): nitrato ammonico

Concimi fluidi

Di facile movimentazione, meno facchinaggio

- regolarità di distribuzione
- bassi costi (meno lavorazioni)
- assorbimento fogliare
- richiedono attrezzature specifiche (contoterzisti)

Ammoniaca anidra: 82% N ammoniacale. Tenuta liquido per pressione, si inietta nel terreno a 12-15 cm. Diviene gassosa, ma il potere adsorbente la trattiene. Non è possibile il frazionamento, solo apporti elevati.



Concimi fluidi

Soluzioni e sospensioni: distribuite con macchine da diserbo. Rapide e ottima uniformità

- Soluzioni ammoniacali: per la forte tensione di vapore, come le precedenti
- Soluzioni azotate: Nitrato ammonico + urea (in miscela più solubili dei singoli componenti dal 20 al 32%)
- Soluzioni fosfo-azotate, soluzioni NPK (problemi di solubilità, titolo max 9-9-9)
- Sospensioni: a più alto titolo di K, sospensione mantenuta con insufflazione di aria o con colloide antiprecipitante

Concimi organici

Un concime organico è un prodotto che contiene carbonio (C) di origine animale, e nel quale l'azoto (N) fa parte della sostanza organica, oppure è presente in forma inorganica (generalmente ammoniacale).

- Effluenti di allevamento, costituiti dalla miscela di feci, urine, lettiera e acqua in proporzioni variabili (liquame, letame, pollina)
- Digestato da fonte agricola (prodotto della digestione anaerobica di effluenti di allevamento e di biomasse)
- Fanghi di depurazione da impianti civili, industriali o misti;
- Rifiuti solidi urbani opportunamente trattati (es. compostaggio, digestione anaerobica);
- Sovescio (totale o parziale)

Disponibilità nel tempo dell'azoto contenuto in alcuni concimi organici (*)

Concime organico	N minerale	N liberato		N residuale
		1° anno	2° anno	
Letame bovino	10	20	20	50
Liquame-letame bovino	30	30	–	40
Liquame suino	60	20	–	20
Pollina	70	20	–	10

(*) Percentuale del contenuto al momento della distribuzione.

L'azoto minerale è la quota prontamente disponibile; l'azoto liberato è la quota che si rende disponibile nel primo e nel secondo anno dalla distribuzione attraverso i processi di attacco microbico; l'azoto residuale è la quota che verrà immobilizzata nell'humus.

Digestato

E' prodotto in quantità pari all' 85-90% della biomassa trasformata, considerando che un impianto a biomassa standard da 1 MWe necessita, a seconda della natura della biomassa, da 17.000 a 20.000 t l'anno di biomassa si desume che ogni impianto produce da 15.000 a 18.000 t di Digestato da gestire.
(possiamo assumere in prima approssimazione un peso specifico di 1 t/m³)

Il biogas agro-zootecnico in Italia a fine 2012



994 Impianti biogas

Circa **750** MWe installati

Tratto da: presentazione di Sergio Piccinini, CRPA spa, SEMINARIO
BIOGAS E BIOMETANO: una filiera bioenergetica sostenibile

Il biogas agro-zootecnico in Italia a fine 2012

	Numero impianti		Potenza elettrica (MW)		kW/impianto
Abruzzo	13	1,3%	10,7	1,5%	822
Basilicata	6	0,6%	1,9	0,3%	318
Calabria	6	0,6%	3,2	0,5%	537
Campania	7	0,7%	5,4	0,8%	767
Emilia-Romagna	143	14,4%	110,2	15,9%	771
Friuli	69	6,9%	47,9	6,9%	694
Lazio	9	0,9%	6,6	1,0%	736
Lombardia	374	37,6%	271,0	39,0%	724
Marche	14	1,4%	10,3	1,5%	739
Piemonte	106	10,7%	75,4	10,9%	711
Puglia	6	0,6%	2,6	0,4%	437
Sardegna	12	1,2%	5,4	0,8%	454
Toscana	23	2,3%	18,9	2,7%	823
Umbria	14	1,4%	8,8	1,3%	632
Val d'Aosta	1	0,1%	0,1	0,0%	50
Veneto	151	15,2%	107,8	15,5%	714
Trentino-Alto Adige	38	3,8%	5,7	0,8%	151
Molise	2	0,2%	2,0	0,3%	999
Non disponibile (stima)	-	-	62,4	-	-
Totale complessivo	994	100,0%	756,4	100,0%	761

Tratto da: presentazione di Sergio Piccinini, CRPA spa, SEMINARIO BIOGAS E BIOMETANO: una filiera bioenergetica sostenibile

Recepimento direttiva nitrati

Normativa
europea

- **Direttiva Nitrati 91/676/CEE**

Normativa
italiana

- D.lgs. n. 152 del 11 maggio 1999 - Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento
- Decreto ministeriale 7 aprile 2006 - Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento

Normativa
regionale

- Programmi d'azione per le zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola
- Friuli: Decreto del Presidente della Regione n. 03 del 11 gennaio 2013



Grazie per
l'attenzione!