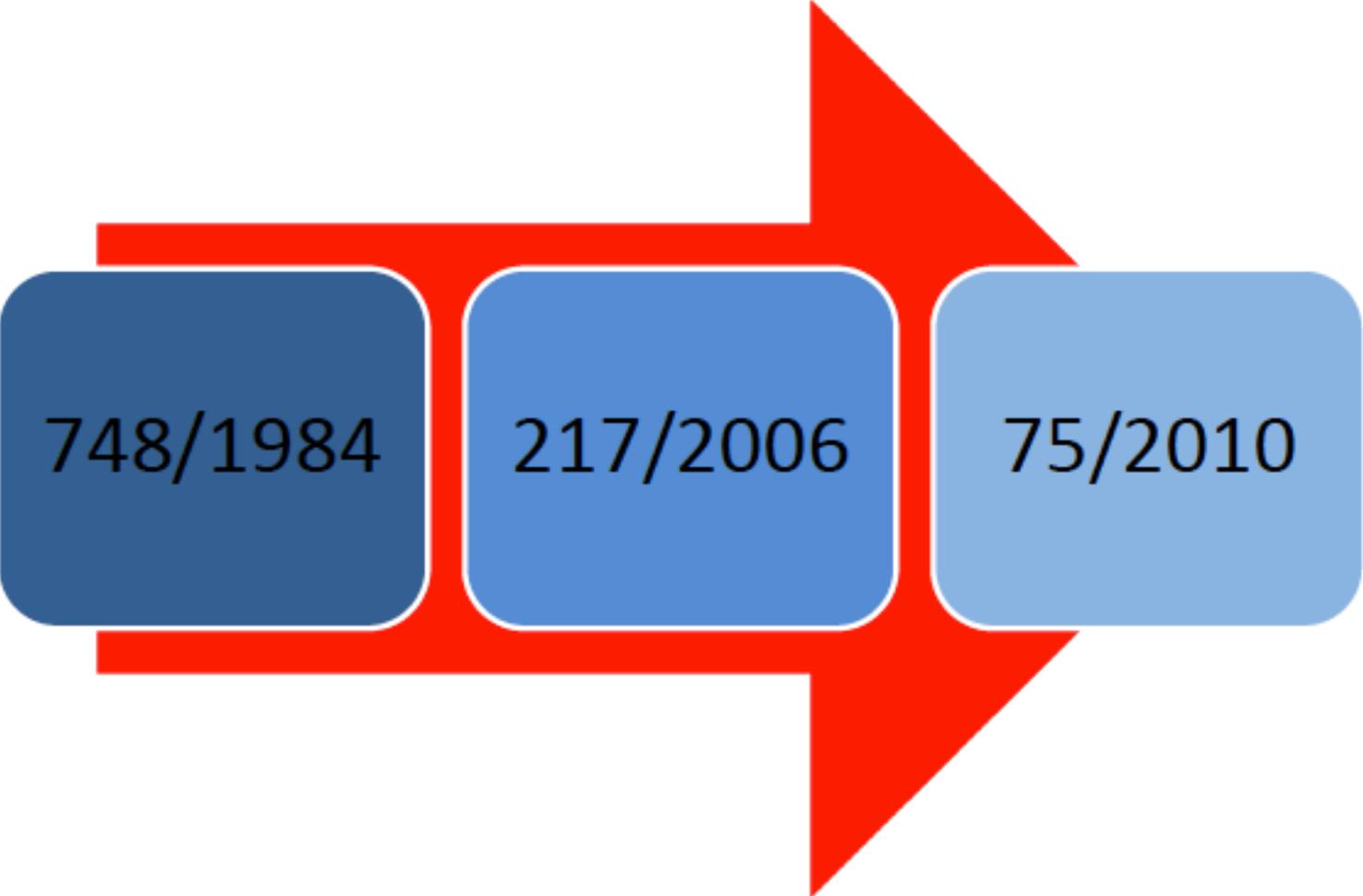


Decreto Legislativo 29 aprile 2010, n.75

"Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti, a norma dell'articolo 13 della legge 7 luglio 2009, n. 88"

- ✓ Concimi nazionali (all.1)
- ✓ Ammendanti (all. 2)
- ✓ Correttivi (all.3)
- ✓ Substrati di coltivazione (all. 4)
- ✓ Matrici organiche destinate alla produzione di concimi organo minerali (all.5)
- ✓ Prodotti ad azione specifica (all. 6)

La disciplina dei fertilizzanti



748/1984

217/2006

75/2010

definizioni

- «concimi»: prodotti la cui funzione principale e' fornire elementi nutritivi alle piante (all.1)
- «ammendanti»: i materiali da aggiungere al suolo in situ, principalmente per conservarne o migliorarne le caratteristiche fisiche e/o chimiche e/o l'attività biologica, i cui tipi e caratteristiche sono riportati nell'allegato 2;
- «correttivi»: i materiali da aggiungere al suolo in situ principalmente per modificare e migliorare proprietà chimiche anomale del suolo dipendenti da reazione, salinità, tenore in sodio, i cui tipi e caratteristiche sono riportati nell'allegato 3;
- «substrati di coltivazione»: i materiali diversi dai suoli in situ, dove sono coltivati vegetali, i cui tipi e caratteristiche sono riportati nell'allegato 4;
- «prodotti ad azione specifica»: i prodotti che apportano ad un altro fertilizzante e/o al suolo e/o alla pianta, sostanze che favoriscono o regolano l'assorbimento degli elementi nutritivi o correggono determinate anomalie di tipo fisiologico, i cui tipi e caratteristiche sono riportati nell'allegato 6.
- «fertilizzanti per l'agricoltura biologica»: i fertilizzanti per i quali e' consentito l'uso, secondo il metodo di produzione biologico di cui al regolamento (CE) n. 2092/1991, e successive modificazioni, individuati e definiti nell'allegato 13;

Titolo di un concime

- La percentuale di elemento nutritivo contenuta nel prodotto rispetto al peso
- N in N
- P in P_2O_5
- K in K_2O

esempi di calcolo



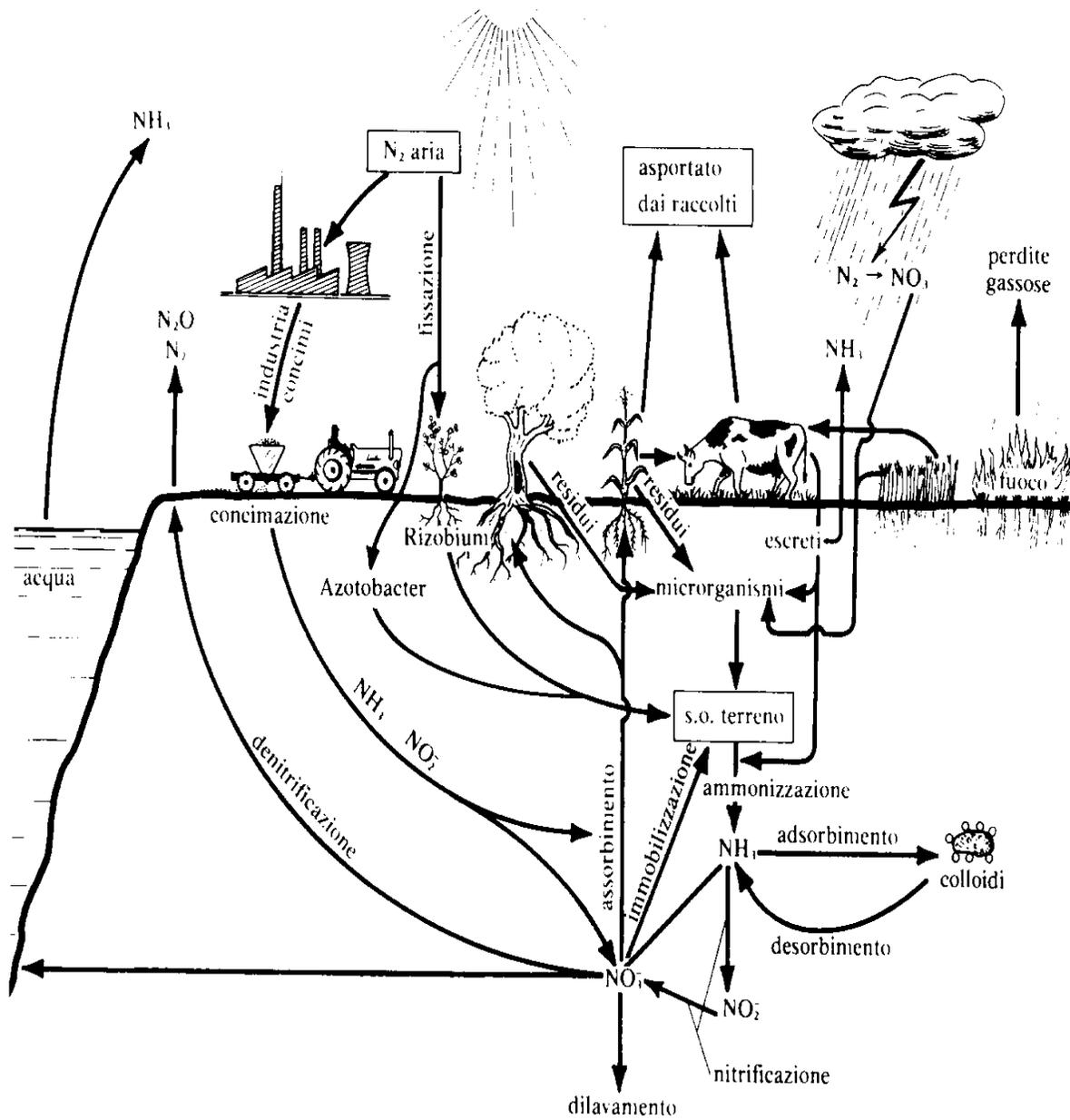
$$Na = 23; S = 32; K = 39; Ca = 40$$

I concimi

- Concimi minerali semplici:
 - azotati
 - fosfatici
 - potassici
- Concimi minerali composti:
 - binari (N e P, N e K, P e K)
 - ternari (N, P e K)
- Il titolo: N, P_2O_5 , K_2O
- Forma:
 - C. solidi
 - C. fluidi: soluzioni liquide
sospensioni
gassosi

IMPORTANZA DELL' AZOTO

- E' l'elemento che stimola la risposta produttiva più marcata fra i tre macro elementi della fertilità
- Il livello produttivo è primariamente condizionato dall'assorbimento di N: stimolo all'accrescimento, produzione di biomassa
- 5-6% tessuti giovani, 1-3% tessuti maturi.
- Costituente delle proteine (convenzionalmente proteina = $N \text{ tot} * 6,25$), quindi degli enzimi.
- Presente in clorofilla, acidi nucleici, glucosidi e alcaloidi
- Effetti negativi di eccesso di dose (susceptibilità allettamento e malattie, ciclo tardivo...)
- Asportazioni 100-300 kg/ha



N nel terreno

forma

- ✓ Organica
- ✓ Ammoniacale
- ✓ Nitrica

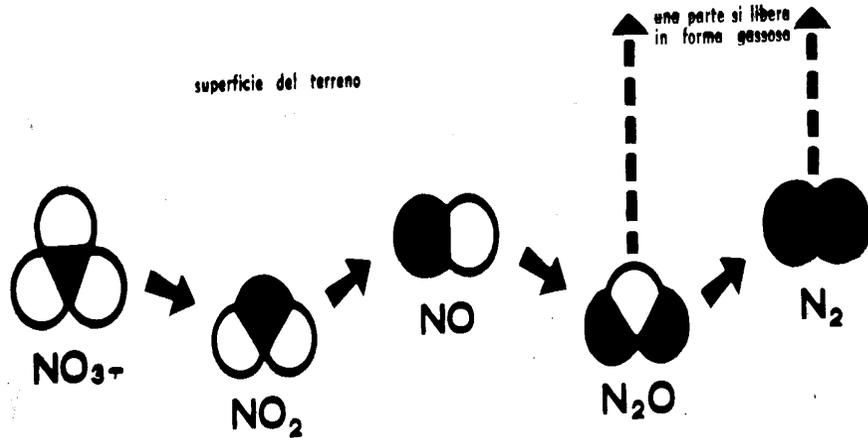
dotazione

- ✓ Poveri < 1 ‰
- ✓ Mediamente dotati 1 - 1.5 ‰
- ✓ Ben dotati 1.5 - 2.2 ‰
- ✓ Ricchi 2.2 - 5 ‰
- ✓ Eccessivamente dotati > 5 ‰

quanto azoto c'è nel terreno????

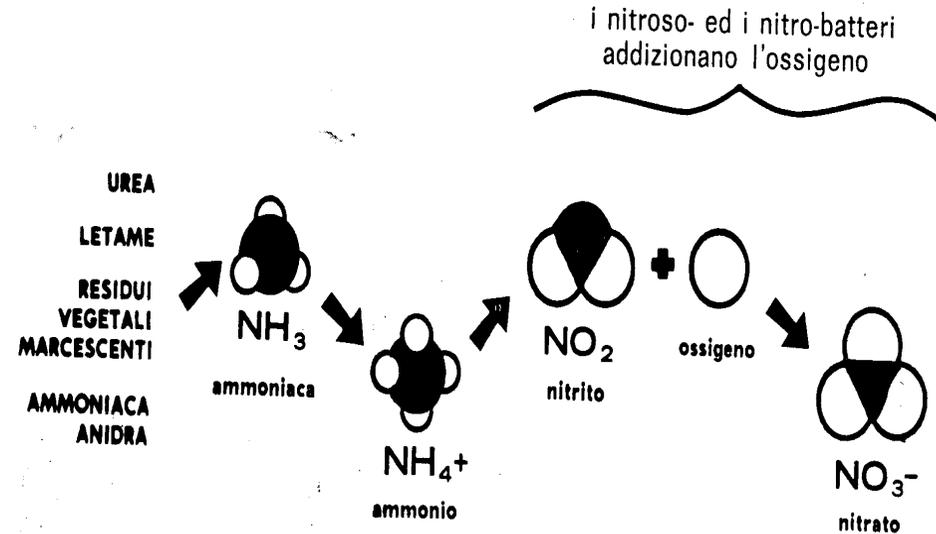
$$1‰ \Rightarrow \frac{10000 \cdot 0.50 \cdot 1.3 \cdot 1 \cdot 1000}{1000} = 6500 \text{ Kg ha}^{-1}$$

Denitrificazione



- E' determinata dai microorganismi che vivono in condizioni asfittiche nel terreno bagnato, ricavando O_2 dai nitrati.
- E' favorita in terreno caldo, molto umido, ricco di residui vegetali

Nitrificazione



O_2 non richiesto

O_2 necessario

bilancio dell'azoto

$$\frac{[N_{fert} + N_{fix} + N_{atm}] - [N_{colt} + N_{lisc} + N_{rusc} + N_{vol}]}{\Delta N_s} =$$

ΔN_s

APPORTI

N_{fert} = N da fertilizzante

N_{fix} = N da fissazione simbiotica

N_{atm} = N da fissazione atmosferica

PERDITE

N_{colt} = asportazione delle colture

N_{lisc} = N perso per lisciviazione

N_{rusc} = N perso per ruscellamento

N_{vol} = N volatilizzato

ΔN_s = variazioni del contenuto di N nel suolo

Concimi azotati

- Tipi di concimi azotati:
 - nitrici
 - ammoniacali
 - nitrico-ammoniacali
 - con N organico di sintesi
 - a lento effetto
- Titolo minimo 8 %, con indicazione della forma presente (nitrica, ammoniacale o ureica)

Concimi azotati

- **Concimi nitrici:**
 - Nitrato di calcio (15-16% N) (anche in soluzione) o di sodio (13-14 % N)
 - Nitrato del Cile (15-16% N)
 - Nitrato di Ca e Mg (13-14% N)
- **Concimi ammoniacali:**
 - Solfato ammonico (20-21% N)
 - Ammoniaca anidra (82,3% N)
 - Soluzione ammoniacale (10-20% N)
- **Concimi nitrico-ammoniacali:**
 - Nitrato ammonico (20,5; 26,5; 33,5% N)
 - Solfonitrato ammonico (24-26% N)

nitrato di calcio

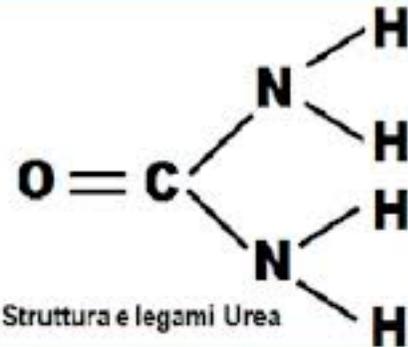


Concimi azotati

- Concimi con N organico di sintesi:
 - Calciocianamide (20-21% N)
 - Urea (46% N) ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$)
- Concimi a lento effetto
 - prodotti a lento rilascio (Formurea, Crotonilidendiurea, isobutilidendiurea, ossamide)
 - granulati a lenta solubilizzazione (cere, resine, vermiculite, ecc.)
 - inibitori della nitrificazione (piridine, cloroaniline, ecc.)

urea

Formula Urea : $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$
Punto di Fusione : $133\text{ }^\circ\text{C}$
Massa molare: $60,06\text{ g/mol}$
Densità : $1,32\text{ g/cm}^3$
Solubile in Acqua



Principi di concimazione con N

- N molto mobile (forma nitrica), facilmente dilavabile
- Deve essere presente quando il ritmo di assorbimento è intenso (max intensità di crescita)
- precedente colturale: bassi apporti se leguminosa, intermedi se la coltura precedente è stata letamata, alti in monocoltura
- urgenza dei fabbisogni da soddisfare: se elevata, nitrati (ma le diverse forme di N minerale appaiono sostanzialmente equivalenti)
- costo del concime
- epoca d'impiego: concimare il più possibile in prossimità della richiesta di N. N non assorbito costa e inquina; es.: frumento: nulla o pochissimo alla semina, tutto in primavera; Mais: $\frac{1}{2}$ alla semina, $\frac{1}{2}$ in copertura

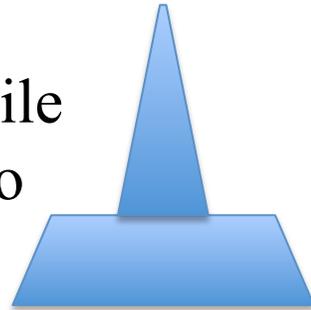
Il P e le piante

- Presenza nella fitomassa secca in piccola percentuale, ma molto importante dal punto di vista fisiologico (presente in ATP, ADP; in molecole nei cicli fotosintetici; acidi nucleici; sostanze di riserva fosforate)
- Fabbisogni di fosforo elevati in piante giovanissime (localizzazione)
- Favorisce le fasi iniziali di sviluppo degli apparati radicali
- Aumenta la precocità (al contrario dell' N)

P nel terreno

Forme

Solubile
Scambiabile
Precipitato
Inerte



retrogradazione!!!!

Terreno	P ₂ O ₅ tot (‰)	P ₂ O ₅ ass (ppm)	Risp. colture
Povero	<1	< 10	Certa
Mediocr. dot.	1 - 1.5	10 - 20	Probabile
Ben dotato	1.5 - 2.2	20 - 40	Specie esigenti
Ricco	> 2.2	> 40	Poco probabile

Concimi fosfatici

- C. minerali semplici che contengono fosforo, espressamente dichiarato, in una o più forme di solubilità
- Titolo minimo 10 %, di P_2O_5 solubile in citrato ammonico (di cui una parte solubile in acqua)

Solubilità:

Fosfato monocalcico $Ca(H_2PO_4)_2$ 9.07 g/l

Fosfato bicalcico $CaHPO_4$ 0.25 g/l

Fosfato tricalcico $Ca_3(PO_4)_2$ 0.005 g/l

Trattamento fosfati naturali:



Concimi fosfatici

- **Perfosfato minerale**, ottenuto per attacco di rocce fosfatiche con acido solforico; si ottengono fosfati mono e bicalcici e gesso (50%). Titolo fra 14 e 22%, comunemente 18-20 e 19-21
- perfosfati doppio e triplo attacco con miscela di ac. solforico e fosforico (doppio, titolo fra il 26 e il 35%) o fosforico (triplo, titolo 46-48%)

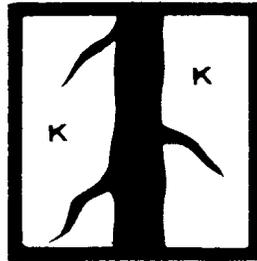
Principi della concimazione con P

- P poco mobile nel terreno, fortemente trattenuto, tende a retrogradare
- Meno importante il momento di distribuzione. Interrare o localizzare
- 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%
- I terreni calcarei NON si arricchiscono di P assimilabile.

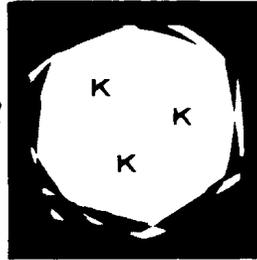
Il K e le piante

- 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 \Rightarrow alti zuccheri (uva, bietola, frutti più conservabili)

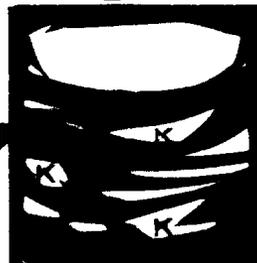
K nel terreno



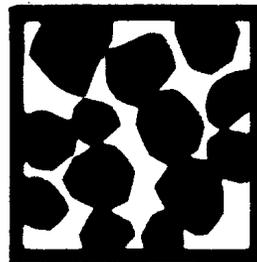
Una piccola % del K è assimilabile dai peli radicali



1-2 % del K è trattenuto alla superficie delle particelle argillose e della sostanza organica ed è prontamente assimilabile



1-2% del K è trattenuto all' interno dei minerali argillosi e viene rilasciato lentamente



90-98% del K è nei frammenti di roggia non degradati e non è disponibile

Concimi potassici

- C. minerali semplici che contengono potassio, espressamente dichiarato, in una o più forme di solubilità
- Titolo minimo 10 %, di K_2O solubile in acqua
- Cloruro potassico (37% di K_2O)
- Solfato potassico (47% di K_2O)

Principi di concimazione con K

- Terreni spesso ben dotati di K
- K poco mobile nel terreno, adsorbito dai colloidi
- I vegetali hanno un “consumo di lusso” del K, per cui non sempre è opportuno reintegrare le asportazioni
- Concimazioni in presemainterrato per bassa mobilità
- Carenze anche per antagonismo con il Mg. Sintomi diversi per specie
- Esigenze differenziate per coltura:
 - bietola, patata, vite, oleifere: i max risultati con concimazione K
 - prati: il K favorisce le leguminose a scapito delle graminacee

Concimi complessi

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

Vantaggi:

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

Svantaggi:

- costosi
- Tempismo difficile (spreco di N)

La distribuzione dei concimi

- Distribuzione dei concimi solidi:
 - presemina o copertura
 - localizzata o su tutta la superficie
 - con o senza interramento
- Concimazione fluida
- Concimazione fogliare
- Fertirrigazione

Esecuzione delle concimazioni

Distribuzione su tutta la superficie:

Grande importanza della regolarità di distribuzione: eccessi e carenze dovuti a distribuzione irregolare causano riduzione delle produzioni

Macchine:

Spanditrice per polverulenti: lenta, molto materiale sollevato

Spanditrici per granulari:

spandiconcime centrifugo, veloce ma poco regolare. Occorre una certa sovrapposizione delle passate

a tramoggia: molto regolare, ma ridotta larghezza di lavoro

pneumatiche: veloci e regolari, ma costose.

Spanditrici per concimi liquidi : *botti da diserbo*



Esecuzione delle concimazioni

Distribuzione localizzata:

in genere si localizza solo una parte del concime, con seminatrici-concimatrici

(N e P ad es.. fosfato biammonico 18-47 per mais)

Vantaggi:

- riduzione dell'adsorbimento
- accelerazione sviluppo iniziale vegetazione
- meno concime per le infestanti

Svantaggi:

- possibili danni alla germinazione in caso di siccità
- riduzione dell'espansione delle radici

Concimi fluidi

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

**Ammoniaca
anidra**

82% N-NH₃. Tenuta liquido per pressione, si inietta nel terreno a 12-15 cm.

Diviene gassosa; il potere adsorbente la trattiene.

Non è possibile il frazionamento, solo apporti elevati



Ammoniaca anidra (NH_3) (82% N)

Caratteristiche fisiche: liquido incolore, di odore pungente, più leggero dell'acqua. Sottoposta a pressione (7-8 bar) resta liquida e viene immessa in bombole e cisterne.

Proprietà: necessità di tecniche particolari per il suo impiego al fine di ridurre al minimo le perdite per volatilizzazione e assicurare una regolare immissione nel terreno, non oltre 20 cm di profondità. Buoni risultati nelle concimazioni ante semina su ampie superfici di coltivazione.

Nel terreno si trasforma in NH_4^+ che si fissa ai colloidi.

Immediatamente dopo l'immissione nel terreno, induce una forte reazione alcalina che vira in campo acido man mano che il concime si trasforma in sale d'ammonio. Ha quindi un intenso potere acidificante che non si manifesta nei terreni ricchi di calcio, mentre è evidente per l'azione dannosa in quelli calcio carenti.

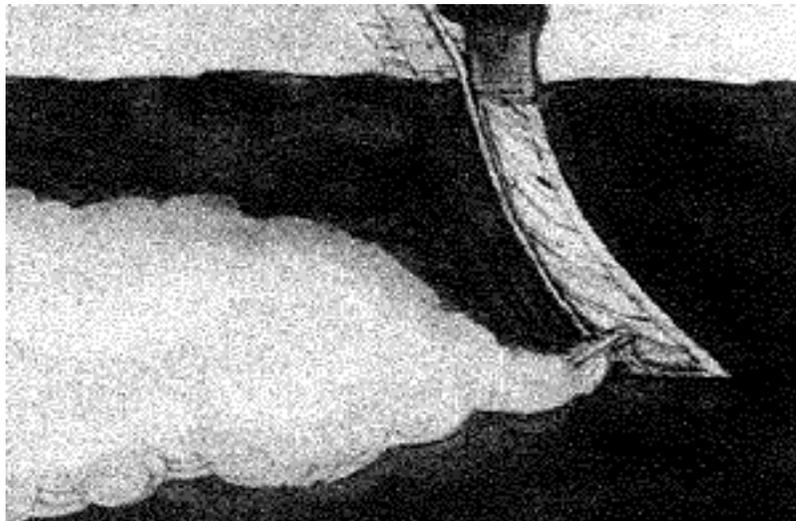
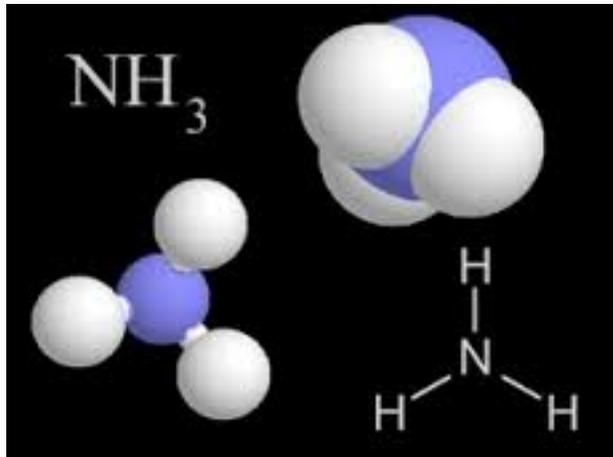
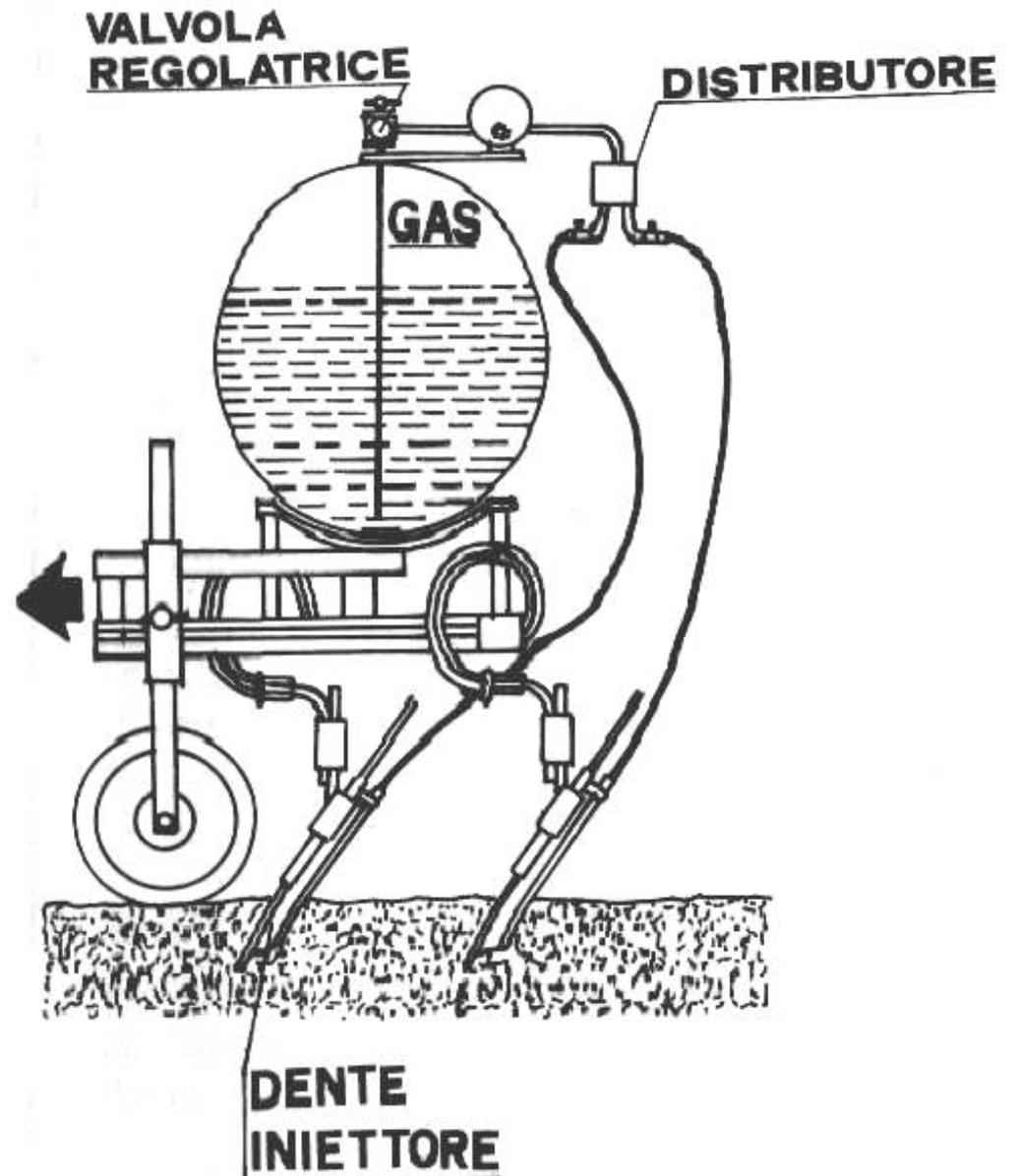


Figure 3. Anhydrous ammonia expands into a gas as it is injected into the soil where it rapidly combines with soil moisture









Concimi fluidi

Soluzioni
e sospensioni

distribuite con macchine da diserbo. Rapide e ottima uniformità

Soluzioni ammoniacali: forte tensione di vapore

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 antiprecipitanti

Fertirrigazioni

Aggiunta di fertilizzanti all'acqua di irrigazione.

- **Migliora l'efficacia dei fertilizzanti, che sono portati a diretto contatto con le radici**
- **Per irrigazione a goccia**
- **Possibilità di fertilizzare con l'irrigazione per scorrimento (deiezioni in montagna)**
- **Irrigazione con tubi in pressione e aggiunta di liquami**

Concimazione fogliare

- **In genere si fa con urea, miscibile a quasi tutti gli antiparassitari, percentuale max 15% di N (se no bruciature) su cereali e mais**
- **Molto meno per orticole, arboree e vigneto (0,5-2%).**
- **Le basse concentrazioni utilizzabili ne fanno solo un mezzo di soccorso.**

Risposta alla concimazione

- Risposte quantitative e qualitative
- Fattori influenti:
 - quantità assorbite (anticipazioni e restituzioni)
 - ritmo di assorbimento (periodi critici)
 - attitudine della specie
 - disponibilità nel terreno
- La dose ottimale (D_{to} e D_{eo})
 - fattori influenti sulla risposta
 - efficienza della concimazione
 - tecnica colturale



Risposta alla concimazione di colture diverse

coltura e prodotto	terreno argilloso concimazione		terreno organico concimazione		terreno sabbioso concimazione	
	assente	ottimale	assente	ottimale	assente	ottimale
barbabietola, saccarosio	12.5	19.7	14.7	18.9	1.1	9.1
sioa, granella	4.3	4.9	4.3	5.2	1.4	3.4
mais, granella	10.3	16.8	11.6	16.2	1.7	10.8
frumento, granella	3.0	4.2	4.5	4.8	0.8	3.0
patata, tuberi	27.5	57.0	43	62	10.0	41.0
pomodoro ind., bacche	85	156	90	145	12.5	104
lattuga primaverile, cespi	75	104	59	88	18	81
lattuga autunnale, cespi ⁽¹⁾	27	51	24	39	1	37
cavolo rapa,	9.4	14.0	8	17	0.2	10
carota, fittoni	3.9	6.6	4.7	6.8	0.8	4.2
aglio, bulbi	11.2	15.9	9.2	16	2.0	6.6
radicchio, grumoli	23	26.5	17	26	2.5	25

Efficienza della concimazione

- Efficienza apparente $E_{fa} = \frac{Dc - Dcn}{Dn} = \frac{\Delta Dc}{Dn}$
- Efficienza reale $E_{fr} = \frac{Da - Dan - Ds}{Dn} = \frac{\Delta Da}{Dn}$

Efficacia della concimazione

- $D_n \rightarrow R_n$ $D_o \rightarrow R_o$ $\Delta R_c = R_n - R_o$

- a

- Efficacia o efficienza produttiva:

$$E_R = \frac{R_n - R_o}{D_n}$$

- Rapporti con l'ambiente:

	<i>Agric.</i>	<i>Amb.</i>
– E_f	<i>max</i>	<i>max</i>
– D_a	<i>(min)</i>	<i>min</i>
– D_{to}/D_{eo}	<i>si</i>	<i>no</i>
– ΔR	<i>max</i>	-

Aumento efficienza

- Riduzione dosi
- Frazionamento delle distribuzioni
- Non distribuire troppo anticipatamente
- Ottimizzazione distribuzione (omogeneità - interrimento)
- Fertirrigazione e/o conc. fogliare in stadi avanzati del ciclo
- Fertilizzanti a lento rilascio (organici ecc.)
- Prevenzione runoff e dilavamento
- Mantenimento copertura vegetale

Programmi di concimazione

- Scelta della dose di fertilizzante, del tipo, dell'epoca e della tecnica distributiva
- Criteri fondamentali:
 - composizione del prodotto e resa
 - dotazioni del terreno
 - rapporti fra elementi
 - avvicendamento
 - efficienza
 - valutazioni economiche