



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE E AMBIENTALI
PRODUZIONE, TERRITORIO, AGROENERGIA

FERTILIZZAZIONE

Marco Acutis

Corso di studi in Produzione e Protezione delle Piante e dei Sistemi del Verde

Fertilizzazione

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

fertilizzazione

Concimazione: apporto di elementi nutritivi direttamente utilizzabili dalla pianta

Ammendamento: apporto di sostanze al terreno in grado di migliorarne le caratteristiche fisiche

Correzione: miglioramento del pH



Legislazione vigente

Definizioni ai sensi dell'articolo 2 della legge 748/1984:

- **Fertilizzante** si intende “qualsiasi sostanza che, per il suo contenuto in elementi nutritivi oppure per le sue peculiari caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche contribuisce al miglioramento della fertilità del terreno agrario oppure al nutrimento delle specie vegetali coltivate o, comunque, ad un loro “migliore sviluppo” e comprende prodotti minerali, organici e organo-minerali, che si suddividono in “concimi” ed “ammendanti e correttivi”.
- **Concime** si intende “qualsiasi sostanza, naturale o sintetica, minerale od organica, idonea a fornire alle colture l'elemento o gli elementi chimici della fertilità a queste necessarie per lo svolgimento del loro ciclo vegetativo e produttivo, secondo le forme e le solubilità previste dalla presente legge”.
- **Ammendante e correttivo** si intende “qualsiasi sostanza, naturale o sintetica, minerale od organica, capace di modificare e migliorare le proprietà e le caratteristiche chimiche, fisiche, biologiche e meccaniche di un terreno”.



Concimazione

14 elementi indispensabili all'accrescimento e alla produzione delle piante

Macroelementi maggiori (elementi nutritivi principali) : sono quelli più assorbiti e maggiormente limitanti le rese:

- azoto
- fosforo
- potassio

Elementi nutritivi secondari, sono in genere sempre presenti nel terreno in quantità non limitante:

- Calcio
- Zolfo
- Magnesio
- Sodio

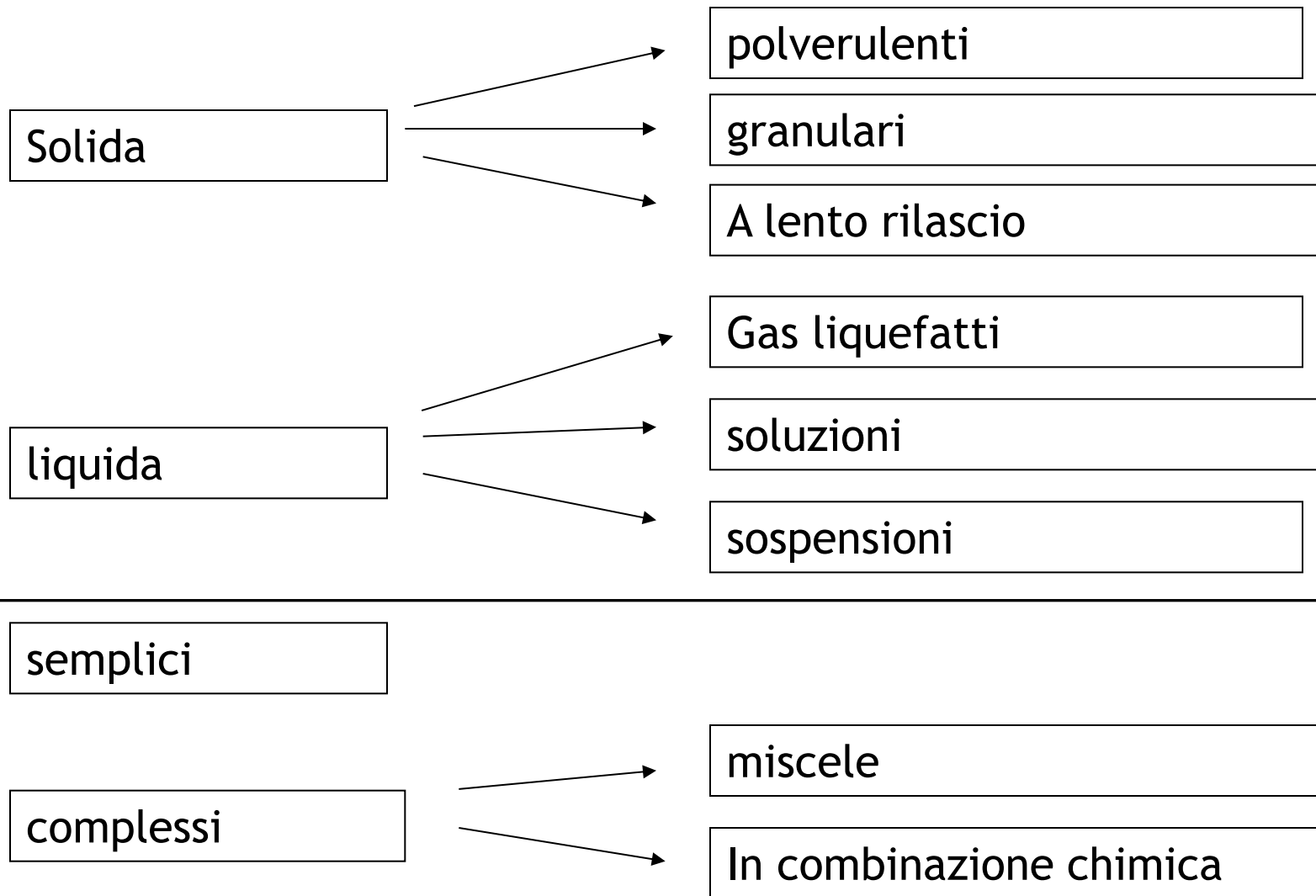
Microelementi o oligoelementi: agiscono in quantità ridottissime, entrando nella costituzione di enzimi:

- Boro
- Ferro
- cobalto
- Manganese
- Rame
- Molibdeno
- Zinco

(in zone equatoriali fortemente dilavate calcio e ferro possono scarseggiare)



Forme 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:

H= 1; N=14; C=12; O=16;

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

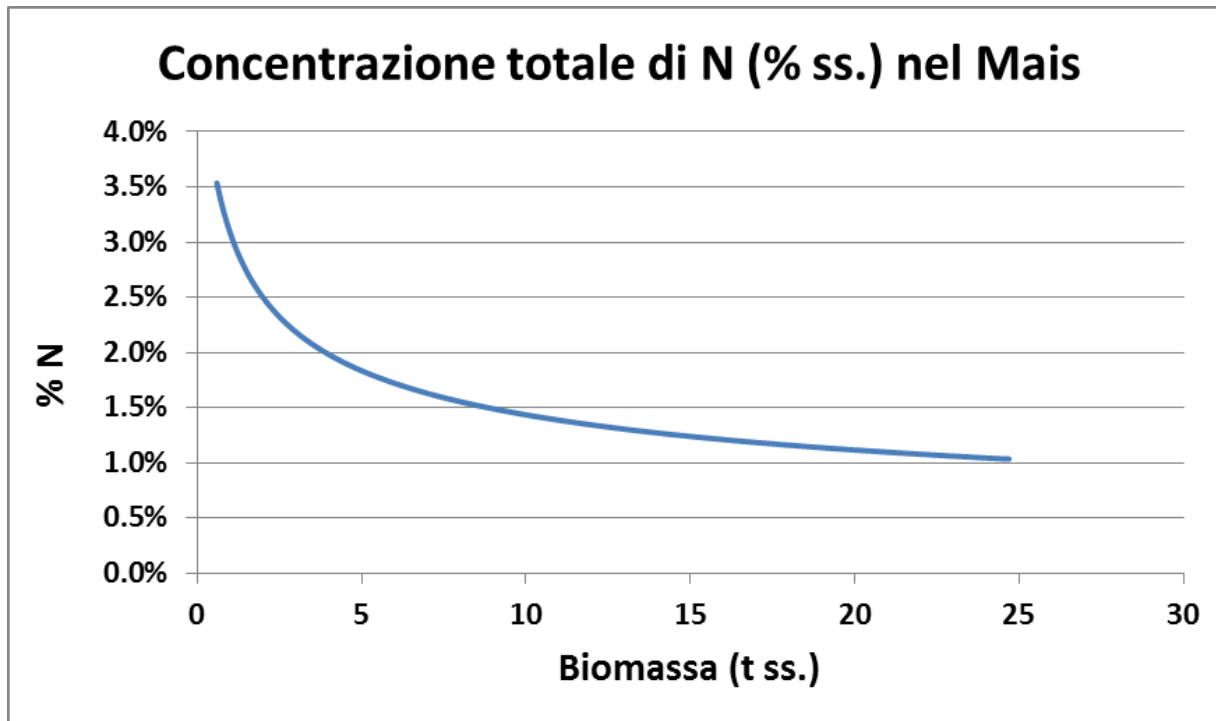
occorrono $150/0,46 = 326 \text{ kg}$ di prodotto a ha



Azoto

5-6% tessuti giovani, 1-3% tessuti maturi. Costituente delle proteine (convenzionalmente proteina = N tot* 6,25)
presente in clorofilla, acidi nucleici, glucosidi e alcaloidi

Il livello produttivo è primariamente condizionato dall'assorbimento di N:
stimolo all'accrescimento, clorofilla abbondante



Eccesso azoto

Problemi connessi a elevata o eccessiva disponibilità di N:

- rallentamento della velocità di sviluppo: ritardo nelle date di fioritura, fruttificazione e maturazione
 - stretta da caldo nei cereali
 - troppo N in saccarifere e frutti
- minor resistenza a avversità climatiche e parassitarie
 - scarsa resistenza meccanica
 - suscettibilità a fitopatie
 - sensibilità al freddo (> acquosità)
- aumento consumi idrici: sinergismo tra acqua e N, occorrono meno litri d'acqua per produrre un kg di sostanza secca, ma il forte aumento produttivo occorre più acqua in senso assoluto;
- accumulo di nitrati nella pianta: l'attività nitrato-reduttasica diviene insufficiente. Potenziali danni agli utilizzatori (metaemoglobinemia);



Fabbisogni di N della pianta/1

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

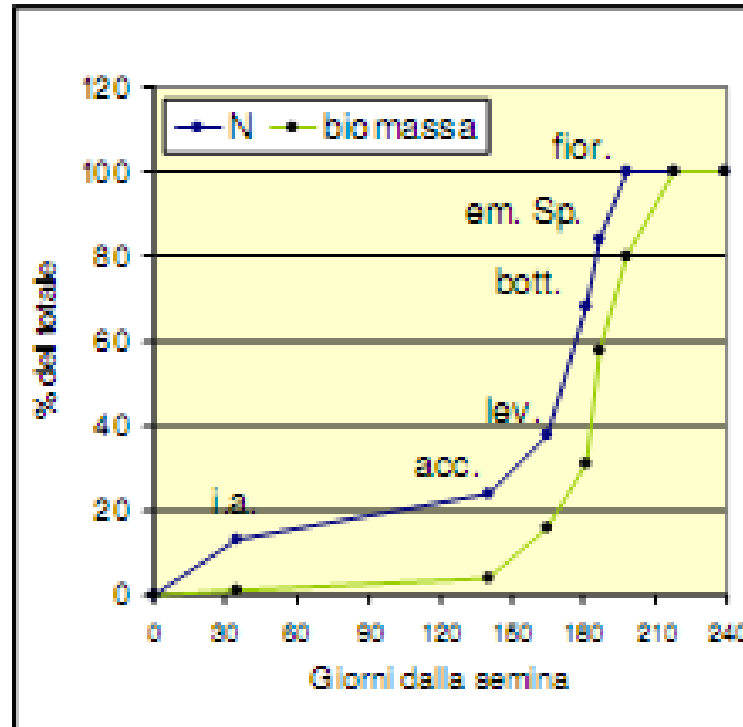
L'asporto di N non è lineare, segue un andamento approssimativamente sigmoideale:

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

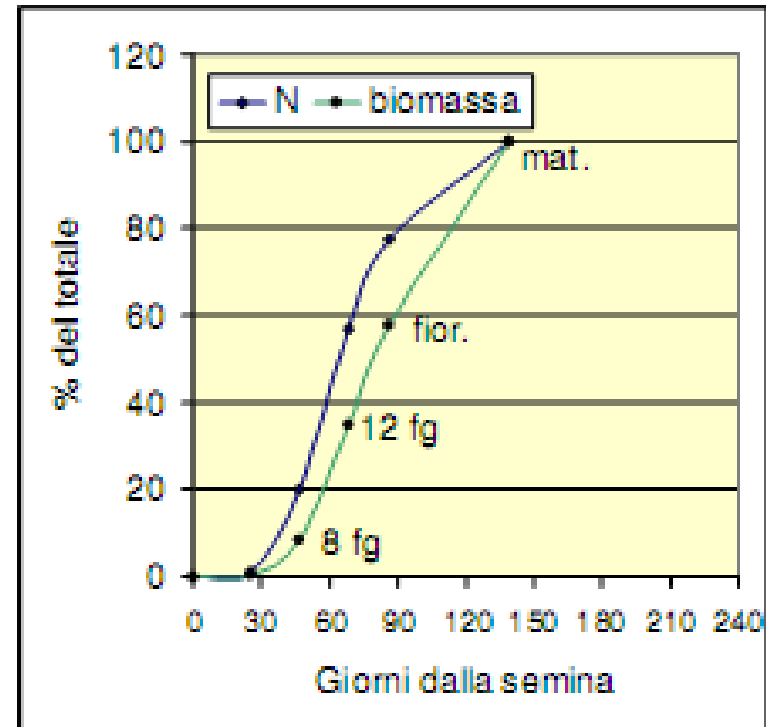


Fabbisogni di N della pianta/2

Ritmo assorbimento azoto



Frumento



Mais

Problemi nella sincronizzazione dell'assorbimento con la disponibilità dell'N (poco N \Rightarrow carenze, troppo N \Rightarrow inquinamento)

Fabbisogni di N della pianta/3

Difficoltà della **diagnosi dello stato nutrizionale delle piante**: il contenuto in N totale non è un buon indice, poco meglio il contenuto in nitrati, discreta l'analisi del contenuto in clorofilla (che si può fare anche per via ottica sulla pianta in vivo - metodo SPAD-). Sono in ogni caso richieste accurate calibrazioni, solo parzialmente disponibili.

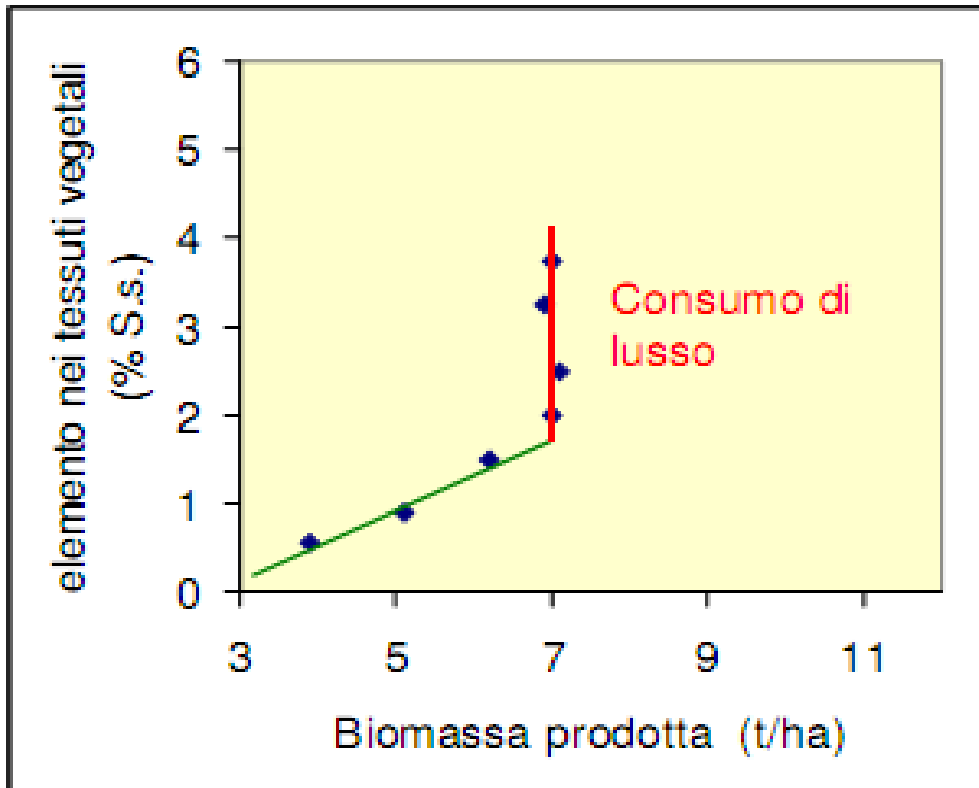
Gestione “**tattica**” della concimazione azotata:

- ottimizzare gli apporti di N al fine di ottimizzare le rese della coltura e ridurre al minimo le perdite di N
- bilancio dell’N su frumento (Francia)
- analisi rapida dell’N nitrico nel suolo (UK)
- Modellizzazione matematica per analisi territoriali (USA)



Fabbisogni di N della pianta/4

Consumo di lusso



I punti in successione rappresentano livelli di applicazione crescente di elemento nutritivo

All'aumentare della dose di azoto:

- iniziale incremento di biomassa,
- Raggiungimento soglia produttiva dovuta a fattori limitanti (genetici, ambientali...)

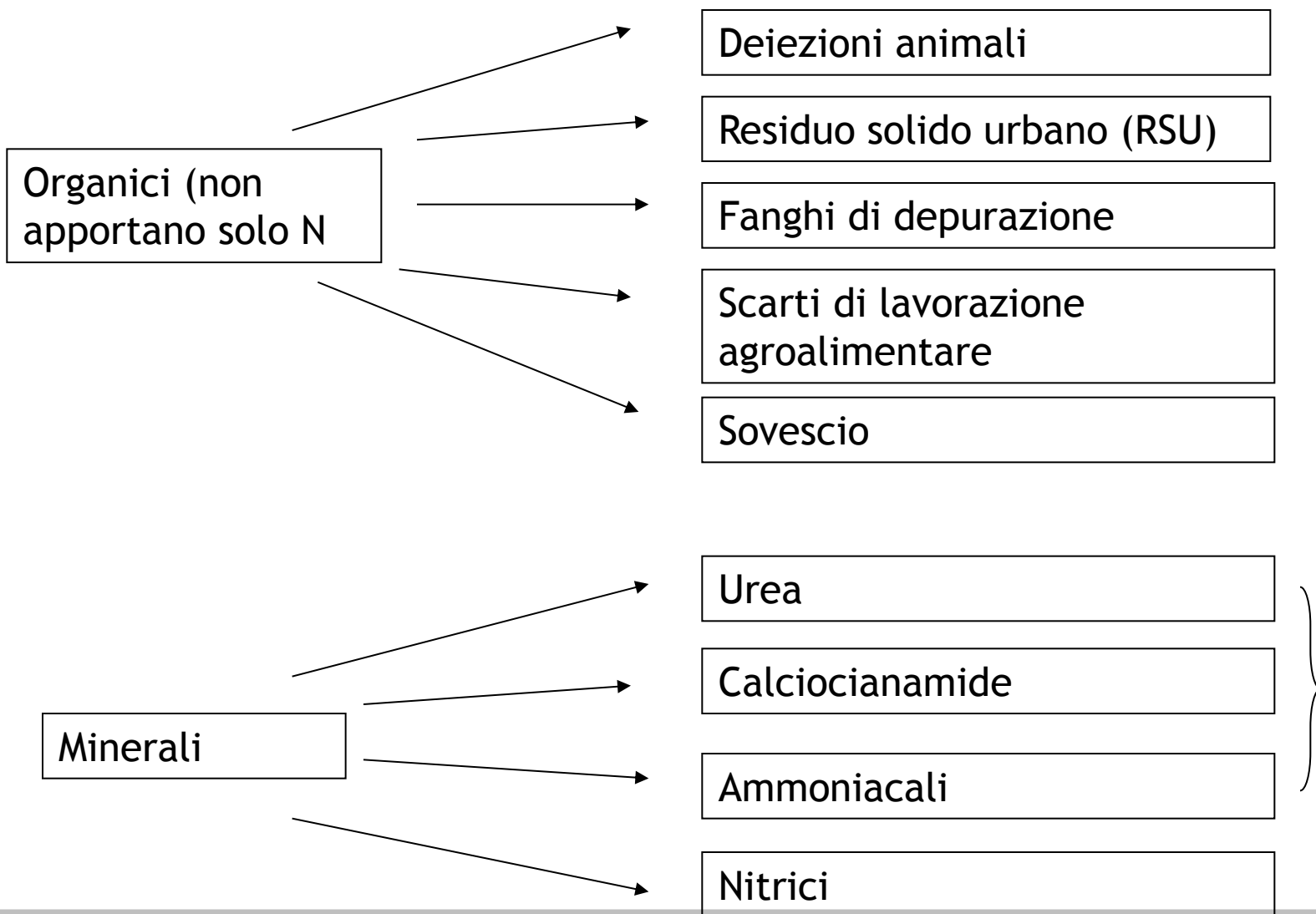
Principi della concimazione con N

Considerare:

- **l'obiettivo di produzione** e il contenuto in N del prodotto e della biomassa totale
- **l'andamento meteorico** nel periodo precedente: in caso di relativa siccità si può presumere disponibilità di N minerale, in caso di piogge dilavanti, aumentare la concimazione
- **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: ½ alla semina, ½ in copertura
- **irrigazione**



Concimi azotati



Concimi azotati/1

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

Pregi:

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

Difetti:

- prezzo
- polvere
- difficile conservazione, forma blocchi

Urea: al 46% di N granulare. Per idrolisi diviene ammoniaca (processo rapido)

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



Concimi azotati/2

Concimi ammoniacali:

Solfato ammonico: titolo 20-21%, granulare

Difetti:

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

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

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% di N, costa poco, va bene in tutti i terreni



Il fosforo/1

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

Peculiarità:

- Fabbisogni di fosforo elevati in piante giovanissime (localizzazione)
- 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/2

Forme di fosforo:

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

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, con il P legato, meno fosforo solubile e quindi biologicamente attivo; Bonciarelli afferma che il problema non esiste. Invece stime più 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.



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.



Il potassio/1

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)

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/2

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



Concimi complessi

- **Binari:** NP o NK o PK
- **Tenari:** NPK

Concimi N-P-K **titolo** espresso con tre numeri, per i tre elementi es. 8-24-24 (8% N, 24% P₂O₅, 24% K₂O 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)



Concimi fluidi/1

- 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/2

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 antiprecipitanti



Concimi a lenta cessione

Servono a rallentare la liberazione dell'N per sincronizzarla con le esigenze colturali. Non si usano in pieno campo (salvo Entec), il ritardo non è sufficiente

- **Ureaform:** (azorit): reazione tra urea e formaldeide, vari polimeri di metilenurea, 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)
- **Entec:** con inibitore della nitrificazione (3,4 Dimetilpirazolo-5-fosfato) 26%, 7.5% Nitrico, o 46% ureico

Svantaggi: Prezzi elevatissimi, efficacia non entusiasmante



Microelementi

Carenze:

- carenze molto difficili da diagnosticare: occorre analisi della pianta, del terreno e sintomi
- i soli sintomi sono confusi e svariati
- gli oligoelementi sono quasi mai carenti

Utilizzo:

- non sono impiegabili sistematicamente per rischi di tossicità
- antagonismi con altri elementi obbligano a farli assorbire per via fogliare
- le calcitazioni possono bloccare i microelementi
- apporti da letame e da s.o.
- apporti con concimi, di più con i meno concentrati
- La concimazione con microelementi non si fa in pieno campo (quasi solo alle ornamentali)



Esecuzione della concimazione/1

1) Distribuzione su tutta la superficie

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

Macchine spandiconcime:

- Per polverulenti: lenta, molto materiale sollevato.
- 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.
- Per concimi liquidi: botti da diserbo



Spandiconcime centrifugo



Spandiconcime per polverulenti

Esecuzione della concimazione/2

1) 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



Fertirrigazione

Aggiunta di fertilizzanti all'acqua di irrigazione. Migliora l'efficacia dei fertilizzanti, che sono portati a diretto contatto con le radici

Modalità:

- 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.



Letame caratteristiche

Composizione:

deiezioni+materiali della lettiera

varia in funzione di

- tipo di animali
- tipo di allevamento
- lettiera
- preparazione
- rapporto paglia/deiezioni
- conservazione

NPK sono approssimativamente in rapporto 1:0,5:1

	N ‰	P ₂ O ₅ ‰	K ₂ O ‰
bovino	3.4	1.3	3.5
suino	4.5	2	6
equino	6.7	2.3	7.2
ovino	8.2	2.1	8.4



Letame produzione preparazione/1

Produzione approssimativa: 20-25 volte il peso vivo dell'animale

vacca da latte	12.000	kg anno ⁻¹
ingrasso	16.000	kg anno ⁻¹
cavallo	10.000	kg anno ⁻¹
maiale	1500	kg anno ⁻¹
pecora	600	kg anno ⁻¹

Il letame fresco non è adatto alla concimazione.

Occorre ridurre l'ossidazione: farne cumuli pressati di circa 2 m, per 3 mesi scalda, poi è idoneo per terreni argillosi (letame mediamente maturo). Per terreni sciolti occorrono circa 6 mesi, fino a che la paglia e le deiezioni appaiono difficili da distinguere (letame maturo).

Stabulazione a posta fissa: pulizia giornaliera della posta, faticosa e sgradevole.

Richiesti 5-6 kg paglia per animale al giorno

Stabulazione libera, circa 10 m² per bovino richiede molta paglia (10-12 kg per animale al giorno), ma non ci sono coli e si asporta la lettiera 2 volte all'anno.



Letame produzione preparazione/2

Letame già quasi maturo all'asportazione, di buona qualità se la paglia è tanta, fangoso se è poca.

Letame artificiale: paglia + N ammoniacale. Viene molto bene ma non lo fa più nessuno

Terricciati: letame + terra mischiati, erano usatissimi sui prati stabili irrigati a scorrimento, compensava l'erosione

Densità:

Fresco	350 kg m ⁻³
med. maturo	700 kg m ⁻³
maturo	800 kg m ⁻³

occorrono 4 m² di letamaia per capo



Letame - utilizzazione

IL letame ha un valore fertilizzante che non è dovuto solo al suo contenuto di elementi chimici, ma anche all'azione ammendante della sostanza organica. Vero concime a lenta cessione. Spesso troppo lenta, occorre l'aggiunta di N minerale

Modalità di distribuzione:

- Distribuzione in autunno, seguita da immediato interrimento: in primavera sarà ben decomposto. In primavera in terreni sciolti.
- Colture: tradizionalmente alle sarchiate: pochi problemi da malerbe.
- Non usare sui cereali autunno vernini: non è ancora ben decomposto in marzo, troppi semi di malerbe e patogeni.

Dosi: min. 30 t ha⁻¹, usualmente 40-50 t ha⁻¹, talvolta il problema è lo smaltimento. Azione per più di un anno, miglioramenti fisici

Spandimento: con carri spandi-letame. Non distribuirlo assieme a prodotti ricchi in calce per volatilizzazione dell'ammoniaca



Liquame caratteristiche

Da allevamenti su grigliato (i più diffusi)

Liquame = deiezioni liquide + solide + acque di lavaggio

Valore del liquame molto inferiore al letame, solo contenuto in elementi chimici:
manca lignina e cellulosa

composizione molto variabile, mediamente:

s. o.	2-4%
N	0,2-0,3%
P ₂ O ₅	0,1-0,5%
K ₂ O	0,2-0,3%

L'N è organico e ammoniacale, **ammoniacale circa al 40%**. Si considera l'N organico disponibile nell'annata

Non considerando l'acqua, le deiezioni sono circa il 5-6% del peso vivo per giorno
Si conservano in lagoni impermeabilizzati sul fondo o in serbatoi, occorre
conservarli almeno 3 mesi.



Liquame utilizzazione

Quantità massime distribuibili:

cereali au-ver	150 m ³ ha ⁻¹ anno ⁻¹	300 kg ha ⁻¹
mais, prati	250 m ³ ha ⁻¹ anno ⁻¹	500 kg ha ⁻¹
vigneti	300 m ³ ha ⁻¹ anno ⁻¹	600 kg ha ⁻¹
pioppeto	400 m ³ ha ⁻¹ anno ⁻¹	800 kg ha ⁻¹

queste applicazioni sono possibili per le alte perdite: la volatilizzazione di NH₃ è enorme, dal 20 al 50%.

Talvolta vengono distribuiti anche 1000 m³ ha⁻¹ anno⁻¹

Grossi problemi ambientali e legislativi (direttiva nitrati UE)

Distribuzione con carri-botte specifici, molto pesanti 25-70 t, difficile accesso ai campi, costipamento suolo.

Anche fertirrigazione



Liquame utilizzazione

Epoche: pre aratura o pre-erpicatura: l'interramento riduce perdite e odori.

Sono possibili **trattamenti**, poco praticati per il costo:

- separazione liquido e solido, liquido per fertirrigazione, solido insaccabile e trasportabile
- disidratazione
- incenerimento
- depurazione biologica aerobica: insufflare aria, separare liquido e solido
- depurazione anaerobica: produzione di biogas (metano e CO₂)
- compostaggio con residui vegetali



Liquame utilizzazione

Danni alle colture

- eccesso elementi nutritivi
- tossicità foraggio per eccesso di nitrati
- scarsità di Mg per troppo K (ipomagnesioemia degli animali)
- scarsa appetibilità foraggi
- metalli pesanti (soprattutto letame suino)

Danni all'ambiente

- danni al suolo: degradazione struttura (K, Na), salinità, microflora, acidificazione
- nitrati in falda e corpi idrici superficiali
- odori e mosche (appositi prodotti)



Pollina /1

Materiale molto inquinante, ma abbastanza utilizzabile

Un'ovaiola produce circa 200 g di deiezioni all'80-85% di umidità; un allevamento medio, 20.000 polli, su lettiera, producono 300-400 t anno di tal quale.

All'asportazione (ogni 2 mesi) l'umidità è circa il 35%.

Composto più ricco dei liquami in elementi nutritivi, di pronto effetto;

Contenuti di elementi nutritivi molto variabili, occorre analisi...orientativamente

Elemento	% sul tal quale	% sul secco
acqua	30-40	
s.o.	50-55	80-85
N	3	5
P2O5	2	3
K2O	1.6	2.5



Pollina /2

Dosi applicate:

- 1-2 t ha di s.s., in pre-erpicoltura

il problema è l'eccesso di salinità, che si aggrava in caso di distribuzione non uniforme

Periodo distribuzione:

- Solitamente pre-erpicoltura
- Se alte dosi: in pre-aratura

Previo essiccamento e pellettatura si ottiene un prodotto commerciale avente umidità 10-15%; rimangono i problemi di salinità. Quest'operazione è sensata, per il contenuto iniziale di acqua non altissimo.



Rifiuti urbani /1

Tipologie:

- **Cessino:** deiezioni umane. Fuorilegge per problemi patologici. Importante in Cina
- **Fanghi:** derivanti da vari processi di depurazione: da fogna, da industria agroalimentare, da potabilizzazione di acque di superficie. Problemi di smaltimento. In genere si fa digestione anaerobica per produrre biogas, poi distribuzione del residuo

Composizione assolutamente incostante, occorre analisi

Problemi: metalli pesanti, acidi, detersivi, oli, patogeni.

In particolare un limite è costituito dall'introduzione nella catena alimentare di As, Hg, Cd, Cr, ma anche Pb e Ni

Occorrerebbero precise norme legislative, in particolare in relazione alle capacità di accumulo molto diversificate tra coltura.



Rifiuti urbani /2

- **Rifiuti Solidi Urbani (RSU):** non è utilizzabile tal quale. Occorre cernita, trinciatura, setacciatura, omogeneizzazione
Conviene produrre compost, aggiungendo paglia, vinacce, liquami e facendo fermentare il tutto (anche con inoculazione di batteri selezionati). Dopo 2 mesi si ottiene un prodotto che sembra terriccio, facile da distribuire e che può surrogare il letame.
Troppi compost sono mal fatti.
C'è una normativa che ne limita molto l'uso (giustamente), sempre molto lontano dalla raccolta e interrato.



Sovescio /1

Tecnica agronomica che prevede l'interramento diretto della coltura per produrre humus. Diffuso in zone a agricoltura relativamente intensiva, ma senza animali (canna da zucchero) e in agricoltura biologica

Tipologie:

- **Sovescio totale:** meglio leguminose, più N (fava, lupino, trifoglio incarnato, ultimo taglio di medica)

apporto di 4-7 t ha⁻¹ di s.o., 40-50 unità di N, restituzione anche di P e K in forme assimilabili

La fertilità chimica si esaurisce in 1-2 mesi, invece si ha apporto di s.o. che umifica facilmente. Coeff isoumico circa 0,2 -0,25

Ritardare il sovescio a dopo la fioritura, diminuisce l'apporto chimico ma aumenta l'humus formato.

Il sovescio può essere intensamente concimato (siderazione)

Il sovescio consuma acqua e non si raccoglie: problemi in regioni aride.



Sovescio /2

- **Sovescio parziale (interramento dei residui colturali):** es. interramento di paglie, stocchi, colletti di bietola.

Le paglie deprimono a breve termine la produzione, consumando N per decomporsi (rapporto C/N alto), occorre, almeno per i primi anni, aggiungere N minerale.

Stocchi di mais trinciati si decompongono facilmente

Coeff. Isoumico: $<0,1$ per paglia, $0,15-0,2$ se si aggiunge N. Effetto positivo se interramento residui più liquamazione



Azienda e sostanza organica /1

Il contenuto di sostanza organica è indice di fertilità del terreno

Con i nuovi ordinamenti colturali (intensivi) è difficile mantenere un livello di sostanza organica soddisfacente

Problemi in:

- terreni limosi
- aziende senza bestiame (e senza prati)
- Impiego di liquame invece di letame
- Materiale organico accumulato nelle città

Esistono molte possibilità di sostituire gli effetti della s.o., ma pochi economicamente validi, tuttavia con la sola concimazione minerale i livelli produttivi sono molto elevati, superiori a quelli con solo concimazione organica



Azienda e sostanza organica /2

Attenzione all'estrema lentezza delle variazioni del contenuto di s.o. che spesso passa inosservato

Occorre:

- Lavorazioni appropriate
- Minime lavorazioni (?)
- Valorizzare residui colturali
- Ordinamenti colturali con colture umigene (leguminose)
- Gestione razionale dei reflui zootecnici
- Cover crop da sovescio
- Materia organica di origine extra agricola (attenzione!)



Ammendanti

Obbiettivo: migliorare le caratteristiche fisiche di un terreno.

- Se eccessiva scioltezza:
 - Aggiungere s.o. come letame (anche sovesci e residui colturali)
 - Apporto di materiale fine con torbide di corsi d'acqua
- Se eccessiva compattezza:
 - aggiunta di s.o. (azione strutturante). Ideale è letame mediamente maturo
 - aggiunta di sabbia: fattibile in orticoltura di pregio, tappeti erbosi
 - Calcitazione, se il terreno scarseggia di Ca; effetto dopo 2-3 anni, per coagulazione dei colloidi argillosi. Cercare di riportare il pH a 7.
 - Condizionatori sintetici: Krilium, VAMA (A. Vinilacetatomaleico), BMA . Riproducono l'azione dei polimeri organici (poliuronidi, polisaccaridi) , ma sono più resistenti agli attacchi batterici. Funzionano bene, ma sono eccessivamente costosi,
 - Flotal a base di sali ferrici, costoso, occorrono alte dosi.



Correzione /1

Obiettivo: migliorare il pH del suolo → ogni coltura ha esigenze di pH specifiche

Classificazione	pH (in acqua)
estremamente acido	< 4.5
molto fortemente acido	4.5-5.0
moderatamente acido	5.1-6.0
debolmente acido	6.1-6.5
neutro	6.6-7.3
debolmente alcalino	7.4-7.8
moderatamente alcalino	7.9-8.4
fortemente alcalino	8.5-9
molto fortamente alcalino	> 9.0



Correzione /2

Terreni acidi

- problemi:
 - ridotta attività biologica (lento metabolismo s.o. e N)
 - mobilizzazione elementi tossici (Al e Mn)
 - blocco del P
- Trattamento: si effettuano calcitazioni quantitativi calcolabili in base alla presenza di H^+ sulla CSC; il conteggio sottostima perché l'efficienza degli apporti è lontana dal 100%. In genere ci si basa su tabelle empiriche, in funzione di pH iniziale e granulometria. (vedi Giardini e Bonciarelli) si tratta di quantitativi da 1 a 6-7 t ha⁻¹ di materiale calcareo.



Correzione /3

- Materiali impiegabili per la correzione dell'acidità:
 - Calce viva, lasciata sfiorire sul terreno
 - Calce spenta
 - Calce magnesiaca (carbonato di Ca e Mg)
 - Calcare: più è fine, più è rapida l'azione, ma meno duratura nel tempo; è il materiale meno efficiente, ne occorre circa il 30%-50% in più che di CaO

Usare concimi fisiologicamente o stechiometricamente alcalini (Nitrato di Ca, scorie Thomas)

Sommersione: riduce l'acidità da sali ferrici, putrefazione della s.o. ad ammoniacca (risaie)



Correzione terreni /1

Terreni salini

- Caratterizzati da conducibilità > 4 ms, Na scambiabile $< 15\%$
- Trattamento: lisciviazione con acqua; regola empirica: una data altezza d'acqua riduce i sali dell'80%

In genere si fa sommersione, ma sarebbe meglio un ciclo di bagnatura asciugatura (sale portato dall'acqua verso l'esterno delle zolle).

Terreni alcalini (salinità bassa, Na $>15\%$)

- Preoccuparsi quando pH $> 8,5$
- Problema molto difficile; si ha deflocculazione dei colloidi dovuta al Na, occorre spostare il Na dal complesso e successivo dilavamento.
- Trattamento: con gesso (solfato di Ca): il Ca sostituisce il Na. Prima di dilavare, bagnare per sciogliere il gesso. Si usano da 3 a 10 t ha $^{-1}$.

Se il terreno ha CaCO_3 , si possono usare acidificanti (zolfo) o letame, che solubilizza i carbonati.



Correzione terreni /2

Terreni alcalino-salsi

- Sono i più comuni; conducibilità > 4 ms, Na scambiabile $>15\%$
- Trattamento: come per terreni alcalini, ma occorre assolutamente scambiare il Na, se no diventano alcalini e peggiorano



Domande

1. Dinamica dell'asportazione di N da parte delle piante erbacee
2. Problemi connessi ad eccessi di concimazione azotata
3. Elencare almeno 4 concimi minerali azotati con il relativo titolo
4. Principi della concimazione fosfatica
5. I concimi potassici: quali sono e quali sono le loro caratteristiche
6. I concimi fluidi
7. Le attrezzature per la concimazione minerale
8. La concimazione localizzata
9. Caratteristiche del letame
10. Caratteristiche dei liquami bovini e suini
11. Capacità delle colture di valorizzare il letame
12. La distribuzione del liquame - problemi connessi
13. La pollina
14. I fanghi di depurazione
15. Il sovescio

