

CONCIMAZIONE MINERALE

Per *concimazione* si intende la distribuzione di concimi alle colture, al fine di apportare gli elementi nutritivi asportati dalle piante o carenti nel suolo. Ciò permette di mantenere costante il livello di fertilità del suolo, evitando il graduale sfruttamento dello stesso o di esaltarne la produttività arricchendolo negli elementi che sono carenti.

La *nutrizione* della pianta richiede circa 20 elementi ed è regolata dalla *legge del minimo* di Sprengel e von Liebig.

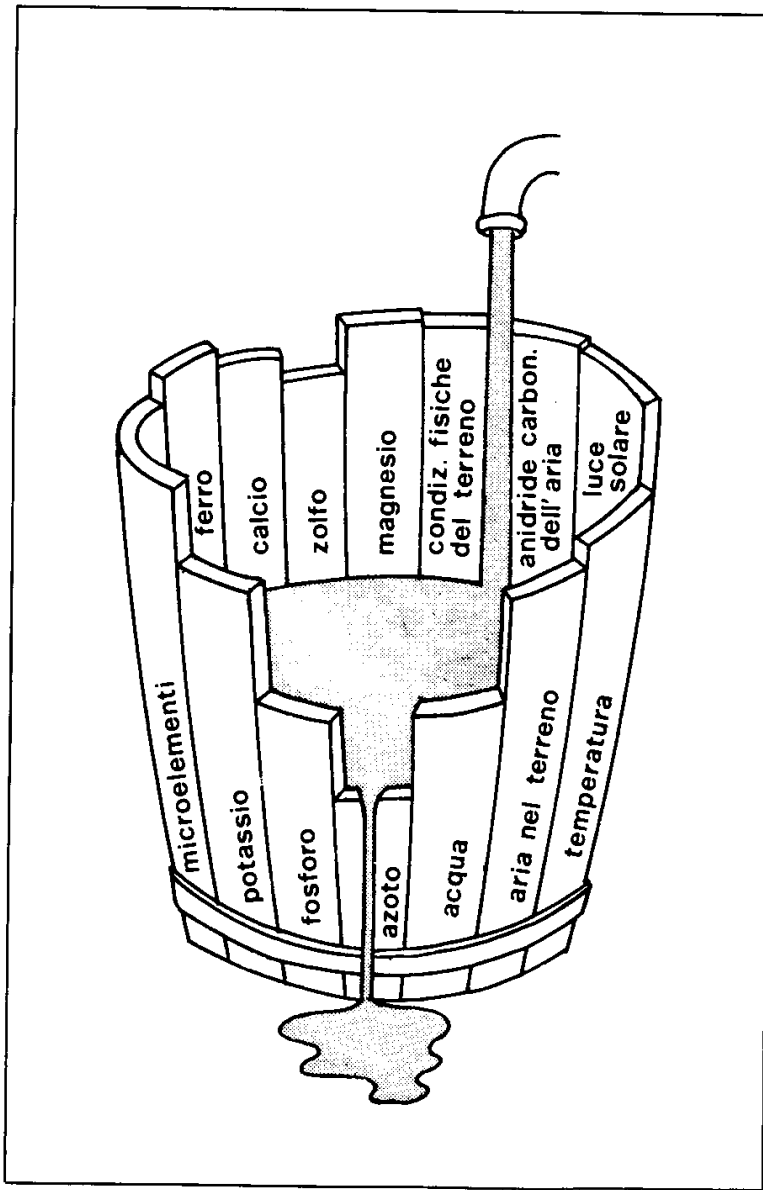


Fig. 130 — Come in un mastello la dogha più bassa indica il livello dell'acqua che vi può essere contenuta, così la produzione di una coltura è regolata dall'elemento chimico o dal fattore ambientale disponibile in quantità limitante

Tabella 37 - *Gli elementi chimici essenziali allo sviluppo della pianta.*

Gruppo A - Elementi utilizzati in quantità relativamente grandi

Dall'atmosfera e dall'acqua:

Carbonio	C	Non vengono generalmente considerati nei programmi di concimazione. A parte il caso (di limitata applicazione pratica) della «concimazione carbonica».
Idrogeno	H	
Ossigeno	O	

Dal terreno:

Azoto	N	Sono i «tre grandi» della concimazione; vengono chiamati elementi nutritivi <i>maggiori</i> o <i>primari</i> .
Fosforo	P	
Potassio	K	

Calcio	Ca	A volte possono risultare carenti. Sono spesso chiamati elementi <i>secondari</i> .
Magnesio	Mg	
Zolfo	S	

Gruppo B - Elementi utilizzati in quantità relativamente piccole

Dal terreno:

Boro	B	<i>Microelementi</i> - Chiamati anche elementi oligodinamici. La loro applicazione risulta necessaria nel caso di colture particolarmente depauperanti. Diviene indispensabile quando si opera in terreni naturalmente deficienti o comunque caratterizzati da alterata assimilabilità. Gli elementi tra parentesi non sono essenziali per tutte le piante superiori, ma solo per alcune specie (ad es., Si per il riso, Na per la barbabietola, ecc.).
Cloro	Cl	
Rame	Cu	
Ferro	Fe	
Manganese	Mn	
Molibdeno	Mo	
Zinco	Zn	
(Sodio)	Na	
(Silicio)	Si	
(Cobalto)	Co	

MACROELEMENTI o elementi plastici

92% della sostanza secca

7.4 % della sostanza secca

MICROELEMENTI

AZOTO

Le piante contengono generalmente da 1% al 5% in peso di questo elemento; E' assorbito principalmente in forma nitrica (NO_3^-), anche se non manca una debole assunzione in forma ammoniacale (NH_4^+), specie in riso, avena e mais) ed ureica;

FUNZIONI

E' un *costituente delle proteine* (sia strutturali che funzionali come gli enzimi, il DNA, RNA etc.);

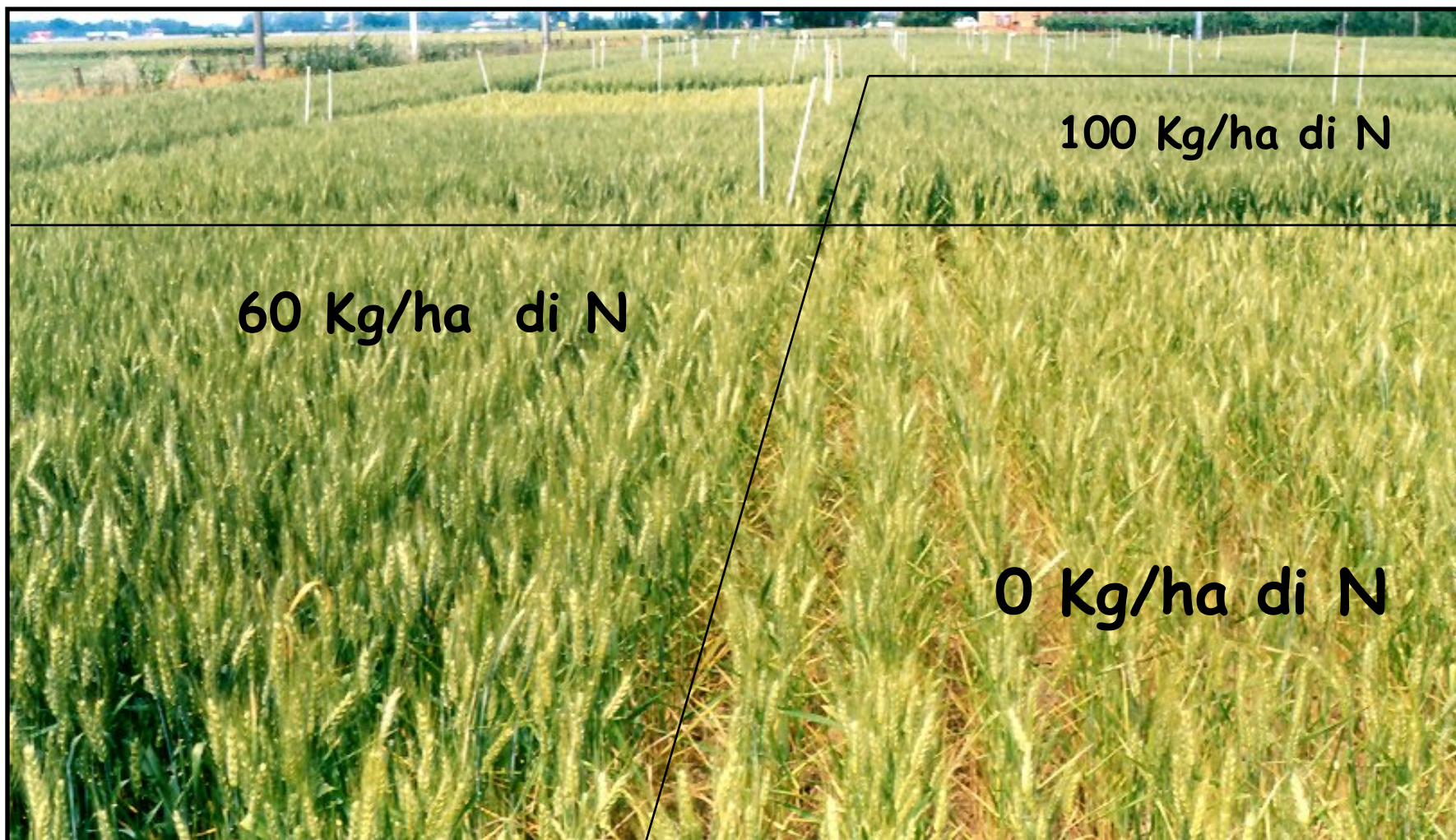
E' un *costituente della clorofilla* (ciò giustifica il colore verde intenso della vegetazione quando l' N non è carente ed il maggiore rigoglio dovuta al maggiore ritmo fotosintetico).
Lo ione nitrico nel suolo ha funzione antiasfissiante (libera ossigeno) e anticongelante (essendo facilmente assorbito abbassa il punto di congelamento della linfa).

SINTOMI DI CARENZA

Ingiallimento o clorosi diffusa a partire dalle foglie più vecchie;

Ridotto sviluppo e nel caso di forti carenze necrosi e senescenza precoce.

Un eccesso di azoto favorendo lo sviluppo del collenchima rispetto allo sclerenchima rende le piante *più succulente, più deboli, maggiormente esposte agli attacchi parassitari, all'allettamento, stimola troppo la fase vegetativa rispetto a quella riproduttiva*, riduce l'allegagione. Un eccesso *peggiora la qualità della fibra del cotone, riduce il contenuto in zuccheri nella barbabietola, aumenta il contenuto in proteine nell'orzo da birra* riducendo la resa amido e rendendo più difficoltosa la lavorazione. Un eccesso in nitrati aumenta il pericolo di elevate concentrazione dello ione nitrico negli ortaggi da foglia (insalate, spinacio ecc.).



Effetto della concimazione azotata su frumento

FOSFORO

Le piante contengono dallo 0.1% al 2% in peso di questo elemento;

E' assorbito principalmente come ione $H_2PO_4^-$ e in minor misura come ione HPO_4^{2-} . Il fosforo contenuto nei concimi si idrolizza facilmente nel suolo in queste forme.

FUNZIONI

E' il costituente delle molecole organiche deputate al trasporto di energia (ATP, ADP);
E' costituente strutturale di acidi nucleici, coenzimi, nucleotidi, fosfoproteine, fosfolipidi, zuccheri fosfati, DNA, RNA, composti di riserva come fitina, fosfolipidi, lecitina, cefalina;
Favorisce lo sviluppo radicale, accelera la maturazione specie dei cereali, rinforza la paglia, migliora la qualità dei frutti, aumenta la resistenza alle malattie.

SINTOMI DI CARENZA

Ridotto accrescimento, ridotto sviluppo fogliare, ingiallimenti e bronzatura delle foglie più vecchie



POTASSIO

Le piante contengono dall' 1% al 7% di questo elemento;
E' assorbito dalla soluzione del suolo come ione K^+ .

FUNZIONI

Non e' un elemento plastico, ma svolge funzioni biologiche fondamentali:

- Attivazione enzimatica (piu' di 60 enzimi)
- Osmoregolazione nelle relazioni idriche
- Prende parte attiva al metabolismo degli idrati di carbonio
- Presiede la sintesi degli aminoacidi, proteina ed insulina
- Promuove la divisione cellulare e stimola l' attivita' fotosintetica
- Con il fosforo riduce gli effetti negativi degli eccessi di azoto, favorisce lo sviluppo dello sclerenchima, aumenta la resistenza alle avversita' e all' allettamento, migliora la qualita' di semi, frutti e firi migliorando odore, colore e sapore.

SINTOMI DI CARENZA

Clorosi del margine delle foglie piu' vecchie, con macchie gialle e/o blu all'interno
Indebolimento del culmo con allettamento o rottura del fusto in mais e sorgo



MICROELEMENTI

Tabella 39 - Azione espletata sulla pianta dai principali microelementi.

BORO	<ul style="list-style-type: none"> - sviluppo di nuove cellule all'interno dei tessuti meristemati; - ottimale impollinazione, allegazione dei frutti e formazione dei semi; - traslocazione degli zuccheri, dell'amido, dell'azoto e del fosforo; - sintesi degli aminoacidi e delle proteine; - formazione dei tubercoli radicali delle leguminose; - regolazione del metabolismo dei carboidrati.
FERRO	<ul style="list-style-type: none"> - sintesi della clorofilla; - respirazione delle cellule viventi; - divisione cellulare ed accrescimento.
MANGANESE	<ul style="list-style-type: none"> - sintesi della clorofilla; - attivazione di numerose reazioni metaboliche e diretta partecipazione in vari sistemi enzimatici (metabolismo dei carboidrati, degli acidi organici e dell'azoto); - accelerazione del processo germinativo e di maturazione; - interazione positiva nei confronti dell'assimilabilità del fosforo e del calcio nel terreno.
MOLIBDENO	<ul style="list-style-type: none"> - sintesi dell'enzima nitrato-reduttasi che opera all'interno della pianta la trasformazione dei nitrati in $N-NH_4^+$; - trasformazione delle forme di fosforo inorganiche in composti organici; - fissazione dell'azoto da parte dei tubercoli radicali delle leguminose.
RAME	<ul style="list-style-type: none"> - attivazione di enzimi; - respirazione delle cellule vegetali; - partecipazione ai processi di sintesi dei prodotti della clorofilla. - ottimale impollinazione ed allegazione dei frutti.
ZINCO	<ul style="list-style-type: none"> - sintesi della clorofilla; - formazione dei carboidrati nel corso del processo di fotosintesi; - sintesi delle auxine (regolatori della crescita); - reazioni di ossidazione delle cellule vegetali; - produzione di materiale genetico.

Tabella 40 - Principali elementi secondari ed oligodinamici dei quali si possono presentare carenze. Condizioni pedoclimatiche, colture più sensibili e rimedi per avviare allo stato di carenza.

Elementi	Condizioni in cui si manifestano le carenze	Colture particolarmente sensibili alla carenza e sintomatologia rilevabile	Rimedi
Calcio	pH basso	<i>leguminose in genere</i> : sviluppo stentato	calcitazioni
Magnesio	pH basso, terreni sabbiosi	<i>mais ed altre colture cerealicole</i> : clorosi diffuse con arricciamento dei margini delle foglie che poi necrotizzano; <i>melo</i> : defogliazione alla base dei rametti	irrorazioni con solfato di magnesio al 2%
Zolfo	pH basso, terreni poveri di sostanza organica, freddi ed umidi	<i>cereali, leguminose e crucifere</i> : clorosi precoce meno evidente rispetto a quella conseguente a carenza di azoto	impiego di fertilizzanti contenenti zolfo
Boro	pH alto, siccità, elevati raccolti	<i>barbabetola da zucchero</i> : malattia del cuore; <i>erba medica</i> : arricciamento dei germogli; <i>patata</i> : epidermide rugosa e fessurata, foglie inspessite; <i>cavolfiore</i> : imbrunimento dell'infiorescenza	distribuzione di concimi solubili del tipo <i>solubor</i> ; irrorazioni fogliari alla concentrazione di 0,25-0,1% di borato
Ferro	pH elevato, eccesso di calcare attivo	<i>colture arboree da frutto</i> (pero e pesco): clorosi diffuse soprattutto a carico dei giovani germogli	irrorazioni con chelati di ferro, tipo Sequestrene, allo 0,1%
Manganese	terreni sabbiosi alcalini, siccità, terreni organici	<i>avena ed altri cereali</i> : macchie sulle foglie che poi necrotizzano	irrorazioni fogliari di solfato di manganese allo 0,5-1,0%; sulle colture arboree da frutto irrorazioni in inverno alla concentrazione dell'1-3%
Molibdeno	pH basso	<i>leguminose in genere</i> : sviluppo stentato e clorosi diffuse	irrorazioni di molibdato ammonico allo 0,02-0,05% ₀
Rame	eccesso di sostanza organica, pH fortemente acido	<i>cereali in genere</i> (grano, orzo, avena, ecc.): mancata spigatura e foglie clorotiche	polverizzazioni di solfato di rame neutralizzato da calce allo 0,1-0,5% o, altrimenti, ossicloruro di rame allo 0,1%
Zinco	terreni a pH elevato, ad alto tenore in anidride fosforica ($P_2 O_3$)	<i>mais</i> : clorosi diffusa lungo le nervature delle foglie; <i>melo e pero</i> : deperimento delle branche più basse e stentato sviluppo alla ripresa vegetativa	irrorazioni di solfato di zinco allo 0,1-0,5% in fase vegetativa ed al 5% in fase di riposo sulle colture arboree

PROBLEMATICHE DELLA CONCIMAZIONE

La necessità di concimare può nascere o dall' esigenza di risolvere problemi di scarsa disponibilità di elementi nutritivi nel terreno (**concimazione correttiva**), o per evitare riduzione delle riserve nutritive a seguito delle asportazioni operate dalle colture (**concimazione di restituzione**) o per esaltare la fertilità chimica del suolo per forzare le rese (**concimazione di arricchimento**).

La disponibilità di elementi nutritivi nel suolo è una condizione essenziale perché la pianta li possa assorbire.

Non basta tuttavia che l' elemento sia semplicemente presente nel suolo, ma deve essere anche in una forma assimilabile da parte della pianta.

L' analisi del terreno deve pertanto essere di base per ogni programma di concimazione.

Determinazione della dose di concime

Asportazioni in funzione della composizione chimica della specie e della resa
Disponibilità del suolo
Attitudine della specie
Perdite ed efficienza della concimazione
Sperimentazione parcellare e curve rese-volumi
Effetto di avvicendamento

Epoca di distribuzione

Ritmo di assorbimento
Rilascio del suolo

Modalità di distribuzione

Localizzato o a spaglio
Concimi liquidi e gassosi
Fertirrigazione
Colture fuori suolo

Scelta del tipo di concime

Determinazione della dose di concime

Calcolo delle asportazioni in funzione della composizione chimica della specie e della produzione areica

Tab. 15.7 — Produzioni di alcune colture e conseguenti asportazioni dei tre principali elementi fertilizzanti (valori medi orientativi)

colture e parti di pianta	produzione (t/ha)	sostanza secca (%)	% sulla sostanza secca			asportazioni (kg/ha)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Barbabietola da zucch. (radici)	50	18,0	1,1	0,4	2,0	99	36	180
Barb. da zucch. (foglie e colletti)	30	14,0	2,5	1,0	2,5	105	42	105
Carota (radici)	30	12,0	1,6	1,0	4,0	58	36	144
Fragola (frutti)	10	13,0	1,9	0,5	0,7	25	7	9
Frumento (granella)	5	86,0	2,3	0,9	0,6	99	39	26
Frumento (paglia)	4 ¹	88,0	0,5	0,3	2,3	18	11	81
Girasole (granella)	3	90,0	2,6	1,4	1,0	70	38	27
Mais (granella)	9	84,5	1,7	0,7	0,4	129	53	30
Mais (stocchi + foglie)	15	50,0	0,7	0,4	2,7	53	30	203
Mais fitto in fioritura	35	17,0	1,0	0,6	2,1	60	36	125
Medica (fieno)	13	82,0	2,7	0,5	1,9	288	53	203
Patata (tuberi)	40	24,0	1,0	0,6	2,3	96	58	221
Pomodoro (bacche)	50	5,5	3,1	1,8	6,8	85	50	187
Riso (granella vestita)	6	86,0	1,2	0,9	0,6	62	46	31
Tabacco (foglie)	15	15,0	4,0	0,8	5,0	90	18	113
Tabacco (fusti)	30	13,0	3,9	1,1	3,4	152	43	133
Soia (granella)	4	86,0	6,8	1,7	2,3	235	60	80
Soia (fusti + foglie)	6	66,6	2,3	0,7	1,7	80	25	60

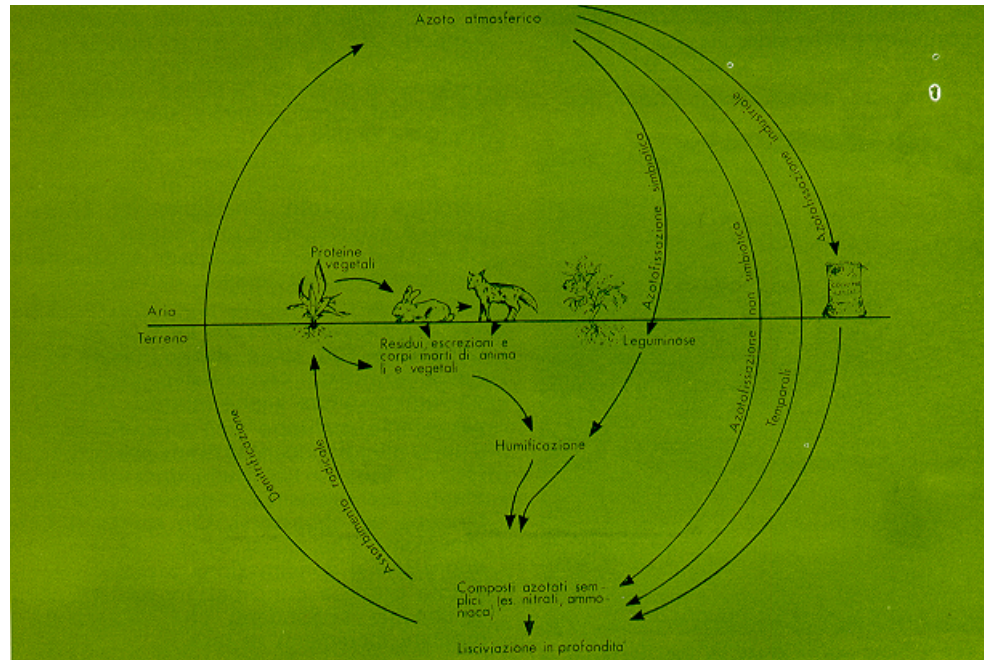
Gli elementi nutritivi asportati dalle colture debbono essere restituiti al terreno, o meglio, anticipati per evitare di ridurre la fertilità chimica del suolo. E' importante considerare la porzione di pianta effettivamente asportata dal campo, per evitare di sovrastimare le asportazioni.

¹ Quantitativo normalmente raccolto e tenendo conto che si possono avere perdite del 20-30%.

PERDITE ED EFFICIENZA DELLA CONCIMAZIONE:

Il concime distribuito o più in generale gli elementi della fertilità sono soggetti a perdite che riducono l'efficienza della concimazione.

AZOTO

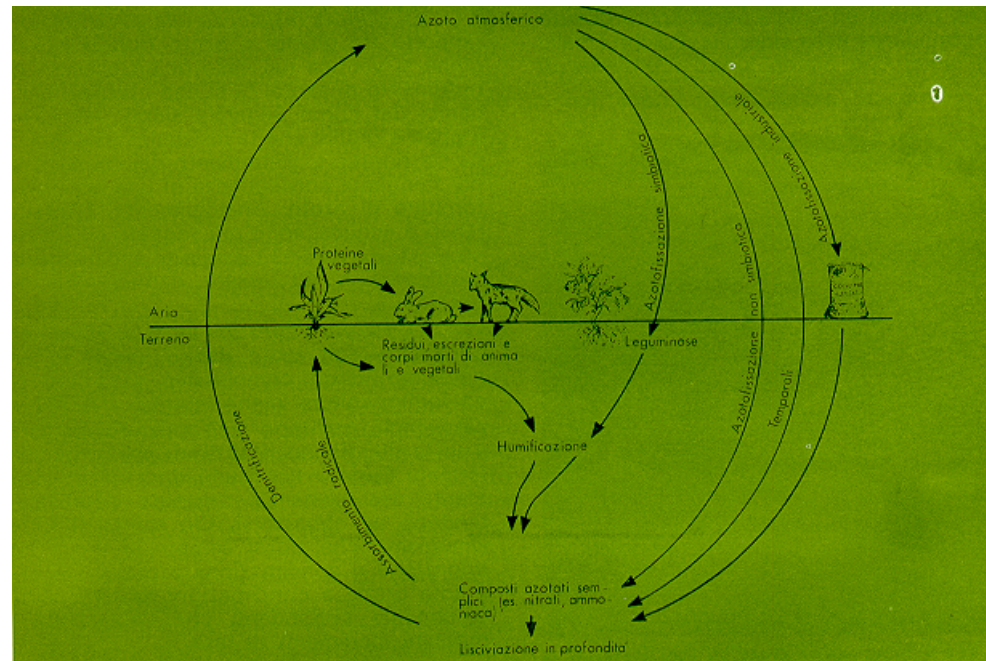


- **Perdite per lisciviazione:** principalmente nitrati, nitriti ed ammoniaca. Importanti oltre che per le perdite di N anche per l'inquinamento e l'eutrofizzazione della falda. Non dipendono esclusivamente dall'uso di concimi (a meno delle forme nitriche) ma dal ritmo dei processi microbici di nitrificazione. Variano in funzione della concentrazione della soluzione circolante e, principalmente, dei volumi di drenaggio (in funzione di precipitazioni, volumi irrigui, capacità di vaso, altezza della falda). Tali perdite sono variabilissime. Da noi sono state misurate perdite, in terreni superficiali, di circa 10 Kg/ha, ma valori molti più alti si registrano al nord.
 - **Perdite per erosione.**
- A seconda dell'entità dei fenomeni che causano le perdite, **l'efficienza della concimazione azotata varia tra il 90 ed 40%** e costituisce pertanto un notevole problema agronomico ed ecologico.

PERDITE ED EFFICIENZA DELLA CONCIMAZIONE:

Il concime distribuito o più in generale gli elementi della fertilità sono soggetti a perdite che riducono l'efficienza della concimazione.

AZOTO



Perdite per volatilizzazione:

- **Denitrificazione:** (N_2 , NO_2 , NO , N_2O riducono lo strato di ozono) in ambiente asfittico (risaia o per eccessi idrici) possono essere elevate superiori ai 25 Kg ha⁻¹. Ordinariamente negli altri sistemi agricoli sono circa pari a 5 Kg ha⁻¹ per anno.
- **Ammonizzazione:** NH_4^+ le perdite aumentano nei suoli calcarei, alcalini, secchi, con temperature elevate e in funzione del tipo di concime nel seguente ordine decrescente: ammoniaca anidra, urea, fosfato biammonico, solfato ammonico, nitrato ammonico, nitrati. Queste perdite possono essere elevate e risultare, nelle peggiori delle condizioni pari anche al 50% della dose di concime. Nei nostri ambienti, in condizioni di pH neutro per le colture estive concimate con solfato ammonico (120 Kg/ha) sono state misurate perdite massime di 5 Kg ha⁻¹.

PERDITE ED EFFICIENZA DELLA CONCIMAZIONE

FOSFORO

Le perdite per lisciviazione sono generalmete modeste (50-250 grammi /ha/anno) e non sussiste volatilizzazione.

POTASSIO

Le perdite per lisciviazione possono essere elevate; non sussiste volatilizzazione.

CALCOLO DELLA DOSE DI CONCIME

Bilancio degli elementi nutritivi

INPUT - OUTPUT = 

apporti naturali	meteorici	asportazioni da parte della coltura (al netto dei residui)
	della matrice	
	animali	perdite per dilavamento
apporti antropici		perdite per volatilizzazione
	concimazione	perdite per erosione
	irrigazione	(altre perdite: insolubilizzazione immobilizzazione ecc.)

scopo della concimazione è quello di mantenere R=0

In alcune situazioni, l'elemento pur essendo disponibile nel suolo non è assorbibile dalla pianta per anomalie quali:

- **calcare** riduce l'assorbimento del fosforo (che da monocalcico passa a tricalcico) e del potassio e può provocare clorosi ferrica
- Un **C/N alto** provoca sottrazione di azoto che viene organico
- Situazioni di **pH anomalo**

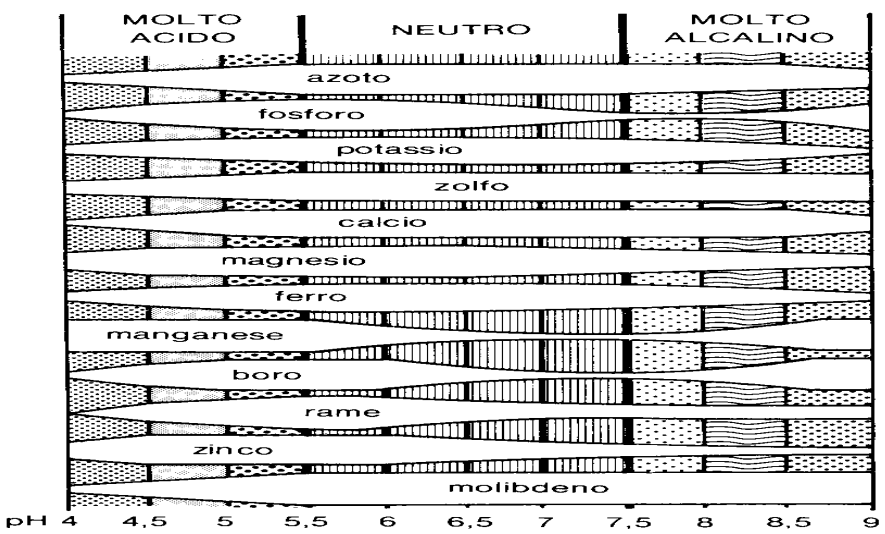
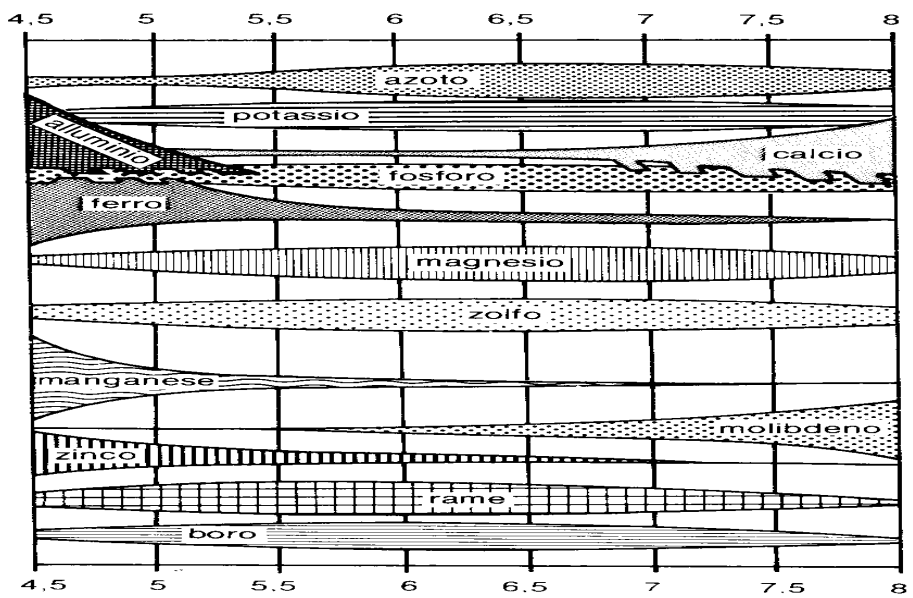


Fig. 131 — Effetto espletato dal pH su di un terreno caratterizzato da un normale contenuto di sostanza organica (in alto) e su un suolo di tipo organico (in basso). L'ampiezza delle superfici relative ai diversi elementi nutritivi è proporzionale alla loro rispettiva disponibilità in corrispondenza dei diversi valori del pH

Il bilancio dei nutrienti

Si riporta un calcolo di bilancio di nutrienti effettuati con valori inseriti a titolo di esempio. È possibile effettuare il calcolo con dati reali inserendo i valori richiesti in sostituzione di quelli esemplificati sempre utilizzando dati di analisi (tabella A) del suolo e i dati riportati nelle tabelle B e C.



	Parametro	Valore	Note
A	Asportazioni N (kg/t prodotto)	2,5	curve di assorbimento, DPI (*)
B	Asportazioni P (kg/t prodotto)	1,0	curve di assorbimento, DPI (*)
C	Asportazioni K (kg/t prodotto)	4,0	curve di assorbimento, DPI (*)
D	Resa prevista (t/ha)	70,0	media poliennale
E	Argilla (%)	25,0	analisi del suolo
F	Calcare totale (CaCO ₃ %)	14,7	analisi del suolo
G	Profondità radici (dm)	5,0	osservata o tabellare
H	Peso spec. app. (psa t/m ³)	1,2	stimato dalla granulometria
I	Prof. di aratura - SL (dm)	3,0	
L	Nitrati - N-NO ₃ (ppm)	5,0	analisi del suolo
M	Ammonio - N-NH ₄ (ppm)	1,5	analisi del suolo
N	Azoto organico (%)	0,95	analisi del suolo
O	Sostanza organica (%)	2,0	analisi del suolo
P	Carbonio organico (%)	1,16	sostanza organica - 0,581
Q	Azoto nelle deposizioni atmosferiche - Nr (ppm)	-	solo casi particolari
R	Azoto nell'acqua irrigua - Nir (ppm)	-	solo casi particolari
S	Fosforo conc. starter (kg/ha)	20,0	
T	Fosforo (ppm)	6,0	analisi del suolo
U	Livello ott. fosforo (P ₂₀)	13,0	vedi tabella B
V	Potassio (ppm)	55,0	analisi del suolo
Z	Livello ott. potassio (K ₂₀)	125,0	vedi tabella C
Y	Magnesio scambiabile (ppm)	400,0	analisi del suolo
W	CSC (meq/100 g)	11,26	analisi del suolo

(*) Disciplinari di produzione integrata.

zoto organico (E2) è attribuito in funzione del valore di C/N:
 se C/N < 9 E2 = 1
 se C/N > 9 < 12 E2 = 0,5
 se C/N > 12 E2 = 0,3
 quindi E2 = 0,5

- l'azoto mineralizzabile (Mn) dalla sostanza organica sarà quindi:
 $Mn = 114 \times 0,768 \times 0,5 = 43,8 \text{ kg/ha}$.

■ Trasformazione del contenuto in azoto minerale (L e M) da ppm a kg/ha: $(L + M) \times G \times H = 39 \text{ kg/ha}$.

■ Calcolo della quantità di fertilizzante da apportare in fertirrigazione (QN):
 $QN = 175 - (39 + 0,8) + 43,8 + Q + 3 = 175 - 75 = 100 \text{ kg/ha}$.

Calcolo del fabbisogno in fosforo

■ Determinazione del fabbisogno di fosforo (PY):

$PY = 3 \times 2 = 1,0 \times 70 = 70 \text{ kg/ha P}$.

■ Determinazione del fattore di correzione dell'efficienza del fosforo minerale (EP):

- calcolo del rapporto di solubilizzazione - phosphorus sorption ratio (Psp):

$Psp = 0,46 - 0,0916 \log_{10} 5 = 0,165$.

- calcolo di EP = $\max \{ 1; 1,5 \times (1 - 0,165) - 0,02 \times 7 \} = 1,547$.

■ Calcolo della quantità di fertilizzante da apportare in fertirrigazione (QP):

$QP = \max \{ 3; 70 - [3 \times (1 - EP)] \times 1,547 \} = \max \{ 20; 70 - 39 \} = 100 \text{ kg/ha}$.

Calcolo del fabbisogno in potassio

■ Determinazione del fabbisogno di potassio (KY):

$KY = C \times 2 = 4,0 \times 70 \times 0,7 = 196 \text{ kg/ha K}$.

■ Calcolo del potassio lisciviato (KI):

$$KI = \frac{66,90 - 48,062 \times \left(\frac{1}{1 + e^{\frac{100 - 125}{10}}} \right)}{1,21} = 1,21$$

■ Calcolo dell'immobilizzazione dovuta al magnesio (EMg):

$EMg = \max \{ 0; 1 - 5 \times 1,5 \} = 3,4$.

■ Calcolo dell'immobilizzazione dovuta alla CSC (E_{sc}):

$E_{sc} = \max \{ 0; 1 - 20 \times 2 \} = 0$.

■ Stima del valore del contenuto ottimale di potassio nel suolo:

$K_{opt} = 7 + 3,4 + 0 = 128,4$.

■ Verificare che il contenuto del suolo sia inferiore alla soglia ottimale: $55 < 128,4$.

■ Calcolo della quantità di fertilizzante potassico da apportare in fertirrigazione (QK):

$QK = 196 - 16,2 - [3 \times (128,4 - 55)] \times 0,5 = 265 \text{ kg/ha}$.



Tipo di suolo	Colture erbacee					
	scarsamente esigenti		mediamente esigenti		molto esigenti	
	K ₂ O (ppm)	K (ppm)	K ₂ O (ppm)	K (ppm)	K ₂ O (ppm)	K (ppm)
Sabbioso (S>60%)	105	87	125	104	144	120
Medio impasto	120	100	150	125	180	150
Argilloso (A>35%)	144	120	180	150	220	183

Determinazione della dose di concime

Il calcolo della dose di concime può essere migliorato considerando le interazioni del concime con le caratteristiche fisico-chimiche del suolo quali:

Fabbisogno in azoto:

- contributo della mineralizzazione in funzione del contenuto in S.O., C/N, Tasso di mineralizzazione.

Fabbisogno in fosforo:

- Efficienza di solubilizzazione in funzione del contenuto in calcare

Fabbisogno in potassio:

in funzione della immobilizzazione dovuta al Mg, CSC e contenuto del suolo.

Calcolo del fabbisogno azotato

■ Determinazione del fabbisogno azotato (NY):

$NY = A \times 2 = 2,5 \times 70 = 175 \text{ kg/ha N}$.

■ Determinazione del contributo da mineralizzazione:

- calcolo dell'azoto organico (N_{org}) in funzione del suolo e dello strato esplorato dalle radici.

$N_{org} = [(E - H) \times 1,000,000] \times (2/100) \times (N \times 1,000) = 114 \text{ kg/ha}$

- calcolo della percentuale di mineralizzazione (Mr):

$Mr = 1,200 / [(E + 20) \times (F + 20)] = 0,768$.

- calcolo del rapporto C/N e determinazione del fattore di correzione dell'efficienza di mineralizzazione dell'azoto organico: $C/N = P/(N/10) = 12,2$.

il fattore di correzione dell'efficienza di mineralizzazione dell'a-



Tipo di suolo	Colture arboree		Colture erbacee					
	P ₂ O ₅ (ppm)	P (ppm)	scarsamente esigenti		mediamente esigenti		molto esigenti	
			P ₂ O ₅ (ppm)	P (ppm)	P ₂ O ₅ (ppm)	P (ppm)	P ₂ O ₅ (ppm)	P (ppm)
Sabbioso (S>60%)	16	7	15	7	25	11	35	15
Medio impasto	21	10	20	9	30	13	40	18
Argilloso (A>35%)	25	11	25	11	35	15	45	20

L'analisi dei tessuti vegetali come *test diagnostico dello stato nutrizionale della pianta* e come *guida nei programmi di concimazione*

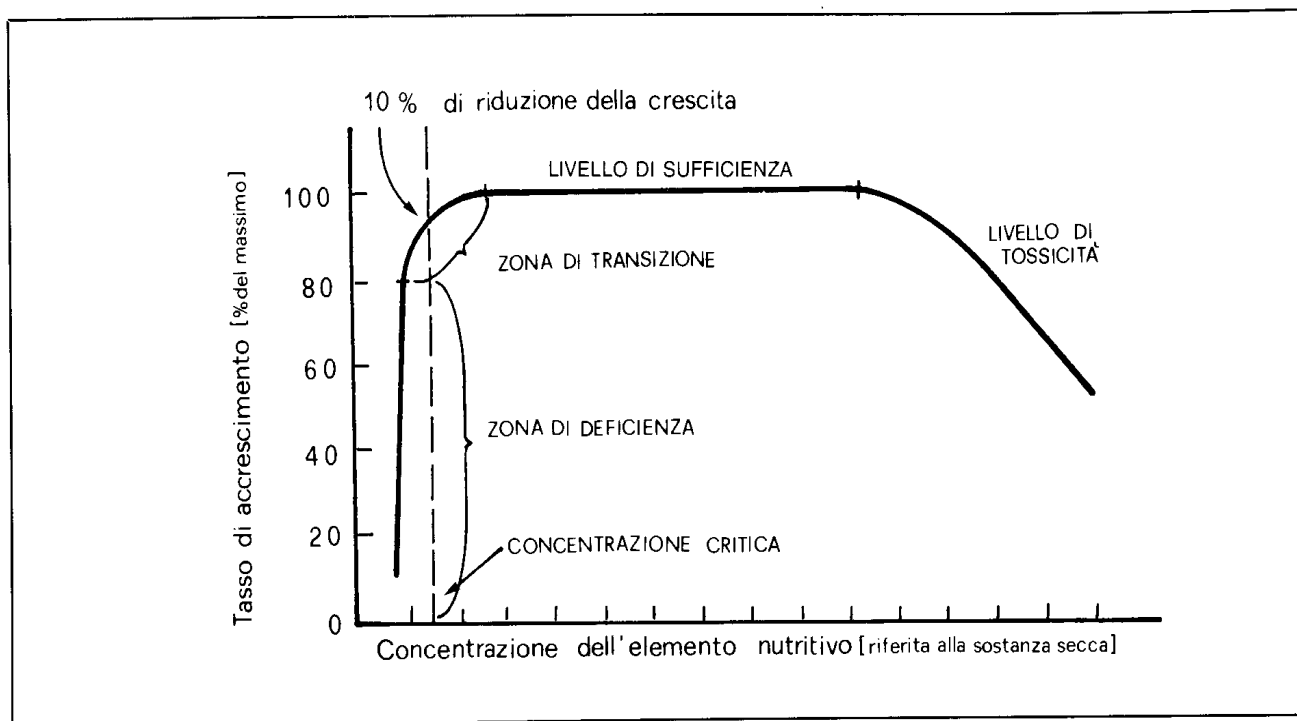


Fig. 156 — Il tasso di sviluppo delle piante è legato alla concentrazione degli elementi nutritivi in un determinato tessuto. Per *concentrazione critica* deve intendersi il valore in corrispondenza del quale la crescita risulta inibita del 10% rispetto al ritmo massimo di sviluppo. I sintomi di carenza appaiono generalmente al di sotto di questa soglia mentre non si manifestano al di sopra di essa. La zona di transizione separa le aree ove i sintomi di deficienza possono o meno comparire. L'eventuale tossicità si manifesta a ben determinate concentrazioni e dipende dalla eccessiva presenza dell'elemento nutritivo.

Con la diagnostica nutrizionale la coltura stessa fornisce indicazioni sulla capacità o meno del suolo di soddisfare le sue esigenze nutritive.

La diagnostica nutrizionale, per quanto utile per individuare situazioni di carenza non permette tuttavia di determinare la dose di concime da somministrare.

Essa richiede inoltre una attenta taratura a causa della estrema variabilità dei dati dipendente da numerosi fattori come l'età della pianta, l'organo campionato, il punto di campionamento, l'epoca di campionamento, l'ora del giorno, lo stato sanitario, la presenza di infestanti, la densità ecc

Tabella 52 - *Contenuto orientativo dei principali elementi nutritivi rilevato su differenti porzioni di pianta di barbabietola da zucchero in condizioni di carenza (valori riferiti alla sostanza secca).*

Elementi nutritivi	Parte della pianta	Campo di variabilità dove compaiono i sintomi di carenza
Azoto (NO ₃ ⁻)	Picciolo	70 - 500 ppm
	Radice	70 - 500 ppm
Fosforo (PO ₄ ³⁻)	Picciolo	150 - 400 ppm
	Lamina fogliare	250 - 700 ppm
	Picciolo (plantula)	500 - 1.300 ppm
	Lamina fogliare (plantula)	500 - 1.700 ppm
Potassio	Cotiledoni	200 - 700 ppm
con Na ⁺ >1,5%	Picciolo	0,2 - 0,6%
	Lamina fogliare	0,3 - 0,6%
con Na ⁺ <1,5%	Picciolo	0,5 - 2,0%
	Lamina fogliare	0,4 - 0,5%
Calcio	Picciolo	0,04 - 0,10%
	Lamina fogliare	0,1 - 0,4%
Magnesio	Picciolo	0,01 - 0,03%
	Lamina fogliare	0,025 - 0,050%
Zolfo (SO ₄ ²⁻)	Lamina fogliare	50 - 200 ppm
Ferro	» »	20 - 55 ppm
Boro	» »	12 - 40 ppm
Zinco	» »	2 - 13 ppm
Rame	» »	2 ppm

Tabella 54 - *Guida all'interpretazione dell'analisi dei tessuti della vite. Valori rilevati al momento della piena fioritura sui piccioli opposti ai grappoli fiorali.*

Elemento nutritivo	Carenza	Sufficienza	Eccesso
N·NO ₃ ⁻ (ppm)	< 350	600 - 1.200	> 2.400
P ₂ O ₅ tot. (%)	< 0,34	0,69 - 1,37	-
K ₂ O tot. (%)	< 1,2	1,8 - 3,0	> 3,0
Mg tot. (%)	< 0,3	0,5 - 0,8	> 1,0
Zn tot. (ppm)	< 15	25 - 50	-
B tot. (ppm)	< 25	40 - 60	> 300 *
Cl tot. (%)	-	0,05 - 0,15	> 0,50

(*) Concentrazione rilevata nella lamina fogliare.

ASPORTAZIONI IN FUNZIONE DELLA ATTITUDINE DELLA COLTURA

Indipendentemente dalla quantità di elemento asportato in funzione della composizione chimica, le varie specie manifestano una differente attitudine ad asportare gli elementi nutritivi presenti nel suolo.

Esempi:

Bietola: asporta grossi quantitativi di potassio (circa 200 Kg ha⁻¹ considerando radici, foglie e colletti) ma reagisce poco alla concimazione potassica perché le radici possiedono buone capacità estrattive anche quando è ben fissato dai colloidi argillosi.

Pomodoro: asporta poco fosforo (circa 50 Kg ha⁻¹ considerando le sole bacche) ma reagisce bene alla concimazione fosfatica anche in terreni ricchi di P₂O₅.

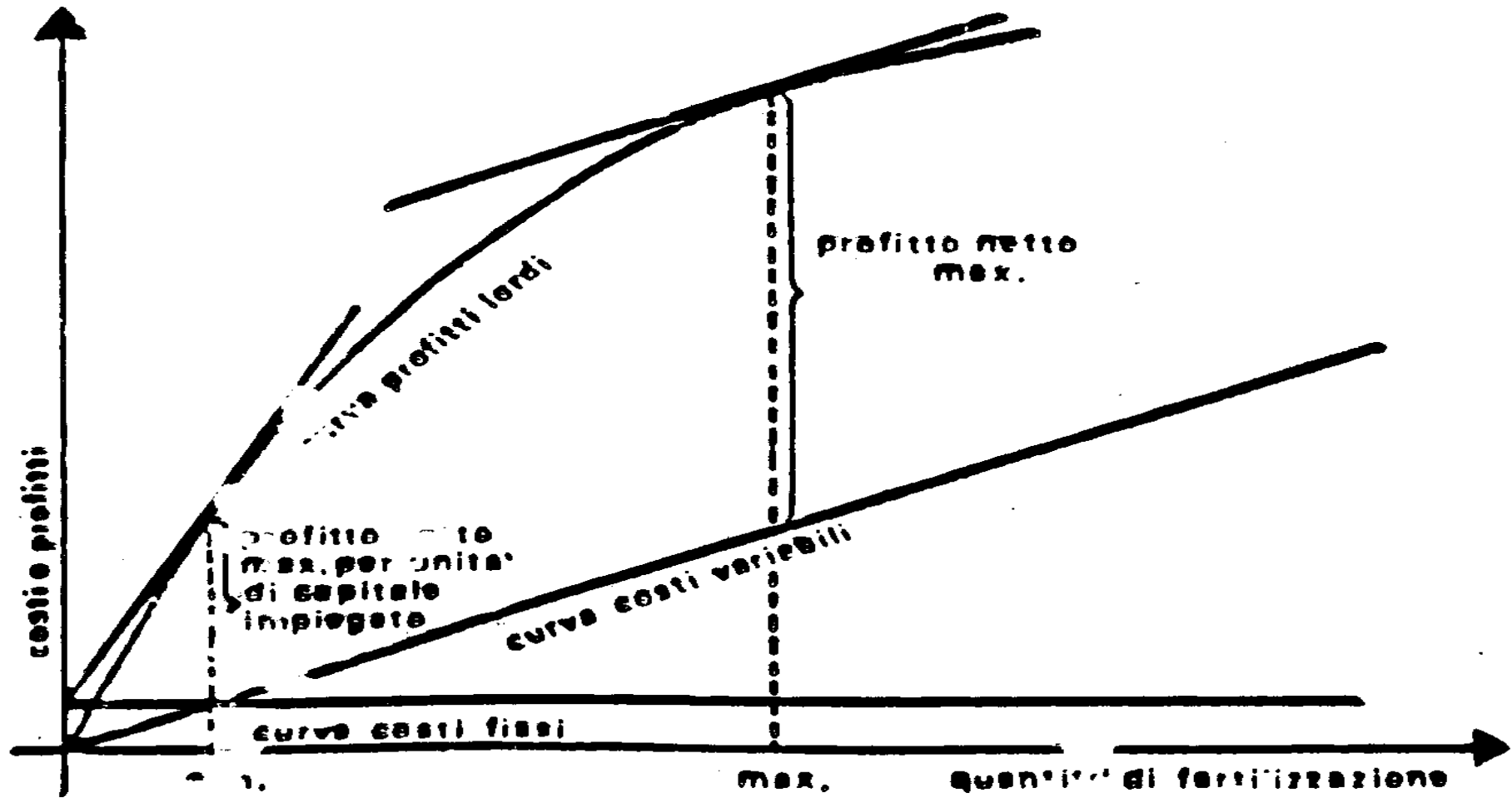
Cereali: reagiscono bene alla concimazione azotata.

Leguminose: esigenti in fosforo e potassio

Cause:

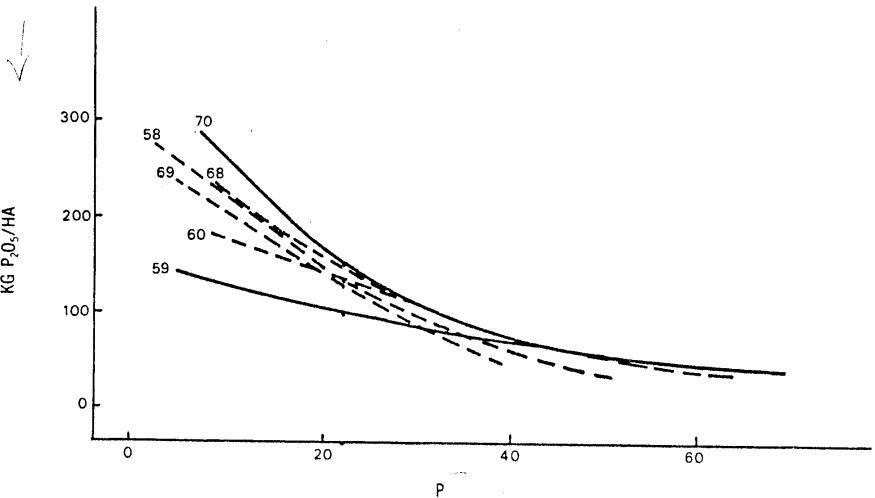
- *L' estrusione protonica radicale (meccanismo basilare per creare i gradienti di carica elettrica per l' assorbimento degli ioni) conferisce alla radice un potere acidificante variabile tra le specie e le varietà.*
- *Azione solubilizzante degli elementi nutritivi da parte degli apparati radicali attraverso l' emissione di acidi organici e l' influenza della microflora della rizosfera (micorrize).*
- *colloidi delle radici possiedono una capacità di scambio cationica variabile tra le specie. Nelle graminacee è inferiore (ed assorbono più facilmente ioni monovalenti come il K⁺) mentre nelle dicotiledoni è maggiore (le leguminose ad esempio assorbono di preferenza Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺).*
- *Le graminacee invernali rispondono bene alla concimazione azotata perché in quel periodo la mineralizzazione è rallentata.*

DETERMINAZIONE DELLA DOSE DI CONCIME IN BASE ALL' ANALISI DELLE CURVE RESE-VOLUME

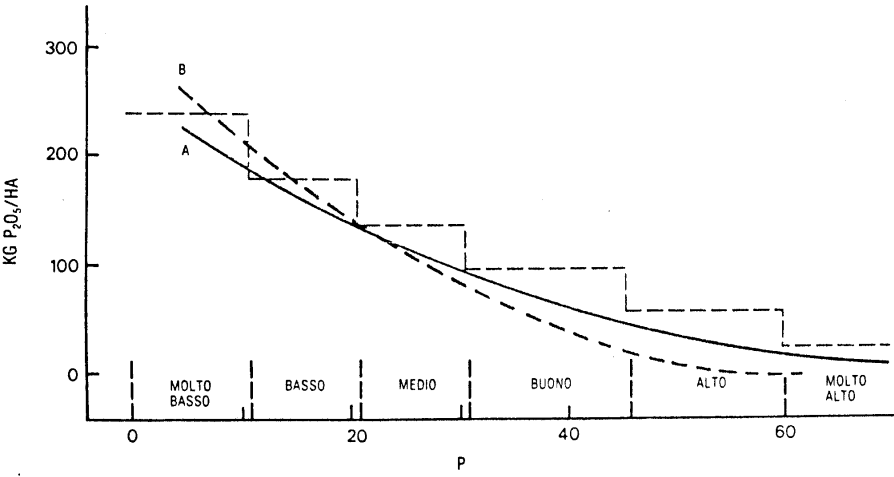


L'analisi delle curve rese-volume, ottenute empiricamente mediante sperimentazione parcellare per le singole specie e situazioni pedoclimatiche, *permette di individuare la dose agronomicamente ed economicamente ottimale e la dose di massima efficienza d'uso del concime.*

DETERMINAZIONE DELLA DOSE DI CONCIME IN BASE ALL' ANALISI DELLE CURVE RESE-VOLUME



Quantità economicamente ottimale di fertilizzante fosforico in funzione del contenuto in P del terreno in vari anni.

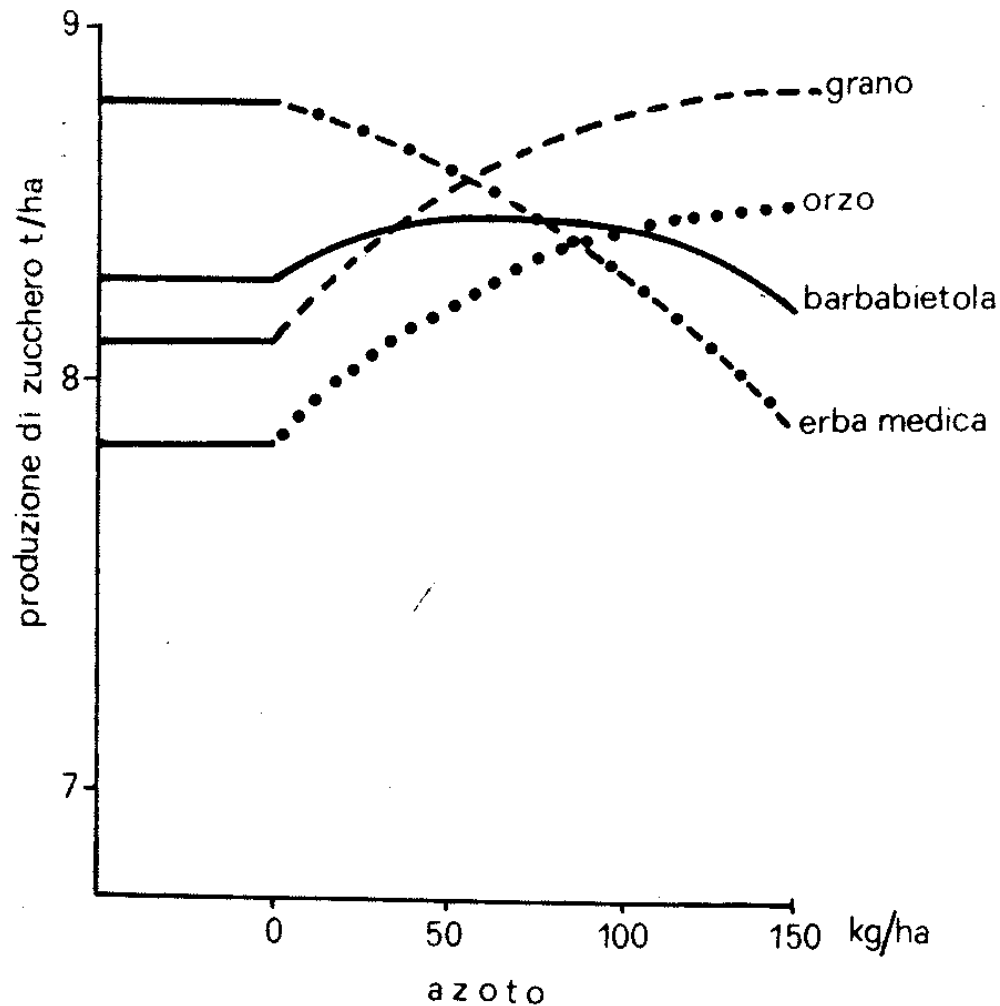


Schema di consiglio basato sulla suddivisione in classi del contenuto in P nel terreno in funzione delle concimazioni: a) economicamente ottimale; b) ottimale in funzione della crescita.

Partendo dalle informazioni ottenute dalle curve di risposta ripetute per più anni (variabilità climatica) in terreni costituzionalmente caratterizzati da un differente contenuto in elementi nutritivi, ha ottenuto per le singole specie famiglie di curve che permettono di determinare la dose agronomicamente, economicamente e di massima efficienza nell' uso del concime in funzione della dotazione di elemento presente nel suolo.

E' una metodologia molto pratica, ma empirica

EFFETTO DI AVVICENDAMENTO



La scelta della dose di concime può essere influenzata anche dall'effetto di avvicendamento della coltura in precessione. Oltre che per le modifiche da essa indotte sulle caratteristiche fisico-chimiche del suolo, e' indispensabile considerare gli apporti di elementi in base alla quantità e qualità dei residui colturali nonché dell'effetto residuo delle concimazioni

Fig. 157 — Effetto della coltura precedente e degli interventi azotati sulla resa in saccarosio della barbabietola da zucchero

CLASSIFICAZIONE DEI CONCIMI

In base all'origine o al contenuto in carbonio

Minerali o artificiali o inorganici o chimici

Organici

Organo-minerali

In base allo stato fisico

Solidi:

- Polverulenti
- Cristallini
- Granulari

Fluidi:

- Gas
- Soluzioni
- Sospensioni
- Liquidi



In base al contenuto in elementi nutritivi

Semplici (contengono un solo elemento):

Azotati

Fosfatici

Potassici

Composti e Complessi



Per *titolo* di un concime si intende la percentuale in peso dell' elemento o degli elementi in esso contenuti rispetto al peso tal quale.

A seconda del composto, il peso può essere riferito all' elemento o ad un composto che contiene l' elemento. Per legge, per ogni elemento è prevista una percentuale minima dichiarabile (vedi tabella).

Elemento	Espressione del titolo	Fattore di conversione (da elemento ad ossido o anidride; moltiplicare per)
N	N	1
P	P ₂ O ₅	2.291
K	K ₂ O	1.205
Ca	CaO	1.399
Mg	MgO	1.658
S	SO ₃	2.5
Microelem enti	Come elemento	1

CONCIMI COMPOSTI: Prodotti, naturali o sintetici, che contengono, espressamente dichiarati due o più elementi chimici miscelati tra loro.

CONCIMI COMPLESSI: Prodotti, naturali o sintetici, che contengono, espressamente dichiarati due o più elementi chimici combinati chimicamente tra loro.

A parità di titolo non sembra sussistere una differente efficacia fertilizzante tra i due tipi, se non una più uniforme distribuzione nei secondi.

Permettono un discreto risparmio nelle spese di distribuzione in campo, trasporto ed immagazzinaggio.

Svantaggi:

Non sempre gli elementi nutritivi sono nel giusto rapporto tra loro.

L'impiego in copertura è sconsigliabile.

Il costo per unità nutritiva è generalmente superiore rispetto ai semplici (fa eccezione il fosfato biammonico).

Si possono suddividere in:

C. binari (se contengono solo due elementi)

C. ternari (se contengono tre elementi)

Tab. 15.6 — Denominazione e titolo di alcuni concimi composti commercializzati in Italia

formulati	titolo (%)			osservazioni
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
SOLIDI				
Azorit 15.7.7	15	7	7	parte N da ureaform
Azorit 14.6.18 + 2MgO	14	6	18	parte N da ureaform + 2% MgO
20.20.10	20	20	10	K da cloruro
20.10.10 S	20	10	10	basso titolo di Cl
15.15.15	15	15	15	K da cloruro
12.12.12	12	12	12	K da cloruro
12.24.12	12	24	12	K da cloruro
12.24.12 S	12	24	12	basso titolo di cloro
11.22.16 S	11	22	16	basso titolo di cloro
25.10	25	10	—	—
Fosfato biammonico	18	46	—	anche 16.48
15.30	15	30	—	—
15.0.25	15	—	25	K da cloruro
Nitrato potassico	13	—	44	basso titolo di cloro
LIQUIDI				
<i>Soluzioni</i>				
Polifosfato di ammonio	10	34	—	—
Fertifluid	25	10	—	—
Fertilika	7	23	—	P da ortofosfato
Soluzione binaria	20	10	—	—
Soluzione ternaria	5	10	10	—
<i>Sospensioni</i>				
Sospensione ternaria	13	13	13	K da cloruro
Sospensione ternaria	6	12	18	K da cloruro
Fertifluid	6	16	16	K da cloruro
Sospensione ternaria	5	15	15	K da cloruro, P da ortofosf.
Polifertilika	8	16	8	K da cloruro, P da ortofosf.

Il titolo dei concimi composti e complessi viene espresso in unità di N, P₂O₅ (solubile in acqua o in altri solventi) e K₂O indicati nell'ordine.

CONCIMI ORGANO-MINERALI: prodotti ottenuti per reazione o miscela di uno o più concimi organici con concimi minerali semplici o composti.

Si distinguono in:

- Concimi organo-minerali azotati
- Concimi organo-minerali NP
- Concimi organo-minerali NK
- Concimi organo-minerali NPK

CONCIMI CONTENENTI ELEMENTI MINORI: Gli altri elementi che possono manifestare interesse per la concimazione sono: S, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, B, Mo. In genere questi elementi vengono somministrati solo in caso di carenza.

Di seguito si ricordano i composti specifici più usati.

Fe: solfato ferroso, chelati di ferro; si applicano per aspersione fogliare.

Cu: solfato di rame, fosfato di ammonio e di rame, chelato di rame; il primo è compatibile con molti fertilizzanti mentre gli ultimi due possono distribuirsi direttamente sulle foglie.

Mn: solfato di manganese, fosfato di ammonio e manganese, chelato di Mn; come sopra.

Zn: solfato di zinco e chelato di Zn.

B: borace, borato di calcio, borosilicati a lento effetto, acido borico in soluzione; vengono applicati al suolo.

Mo: molti composti fra cui il molibdato di ammonio e il molibdato di sodio; si applicano al suolo o alla vegetazione.

CONCIMI AZOTATI

Concimi nitrici

Caratteristiche:

- Immediata assimilabilità
- Azione antiasfissiante, anticongelante
- In copertura non originano perdite per volatilizzazione
- Elevata velocità di diffusione nel terreno
- Nel caso di NaNO_3 possibili effetti negativi su struttura e conducibilità
- Basso titolo ed alto costo

Concime	Titolo *	Prezzo UF (euro)
Nitrato di Ca	15.5	0.96
Nitrato di Mg	11	
Nitrato di Ca e Mg	13	
Nitrato di Na	15-16	
Solfonitrato di Mg	<i>19</i>	
Nitrato del cile	15-16	
Sol. di nitrato di Ca	<i>8</i>	
Sol. di nitrato di Mg	<i>6</i>	
Sosp. di nitrato di Ca	<i>8</i>	

*In grassetto: titolo commerciale; in corsivo titolo minimo

N \geq 8%; quantità non dichiarabili di P e K; azoto organico di sintesi

Tipologie:

- Nitrici
- Ammoniacali
- Nitrico-ammoniacali
- Con azoto organico di sintesi
- A lento effetto

CONCIMI AZOTATI

Concimi ammoniacali

Caratteristiche:

- Assimilabilità vincolata al tempo di nitrificazione (nell'ordine di una settimana, in funzione dell'attività biologica del suolo)
- Interazione dello ione NH_4^+ con i colloidali elettronegativi del suolo; forma scarsamente lisciviabile
- Volatilizzazione NH_3 nel caso di applicazioni in copertura su suoli alcalini; richiedono l'immediato interrimento
- Acidificanti

Concimi nitrico-ammoniacali

Caratteristiche:

- Intermedie tra quelle dei nitrici e degli ammoniacali

Concime	Titolo *	Prezzo UF (euro)
Nitrato ammonico	<i>23-27</i>	0.54
Solfonitrato ammonico	<i>25</i>	
Stickstoff-magnesia	<i>19</i>	

*In grassetto: titolo commerciale; in corsivo titolo minimo

Concime	Titolo *	Prezzo UF (euro)
Solfato ammonico	<i>20-24</i>	0.55
Sosp. Di solfato ammonico	<i>6</i>	
Ammoniaca anidra	82.3	
Sol. ammoniacali	10-20	
Sol. di tiosolfato d'ammonio	12	

*In grassetto: titolo commerciale; in corsivo titolo minimo

CONCIMI AZOTATI

Concimi con N organico di sintesi

Caratteristiche:

- Assimilabilità vincolata al tempo di mineralizzazione (in funzione dell'attività biologica e/o enzimatica del suolo, nell'ordine di una o più settimane)
- Possibile volatilizzazione di N-NH₃ nel caso di applicazioni in copertura senza interrimento
- Azione fitotossica di biureto e cianamide; causticità del CaO presente nella calciocianamide
- Veloce diffusione dell'urea nel suolo prima dell'idrolisi, possibile lisciviazione

Concime	Titolo *	Prezzo UF (euro)
Urea	46	0.31
Calciocianamide	25	

*In grassetto: titolo commerciale; in corsivo titolo minimo

NB: L'urea presenta il prezzo più basso per UF azotata ed il più alto titolo

Concimi azotati a lento effetto e ricoperti

Strategie poste in atto per il rilascio controllato o lento dell'azoto:

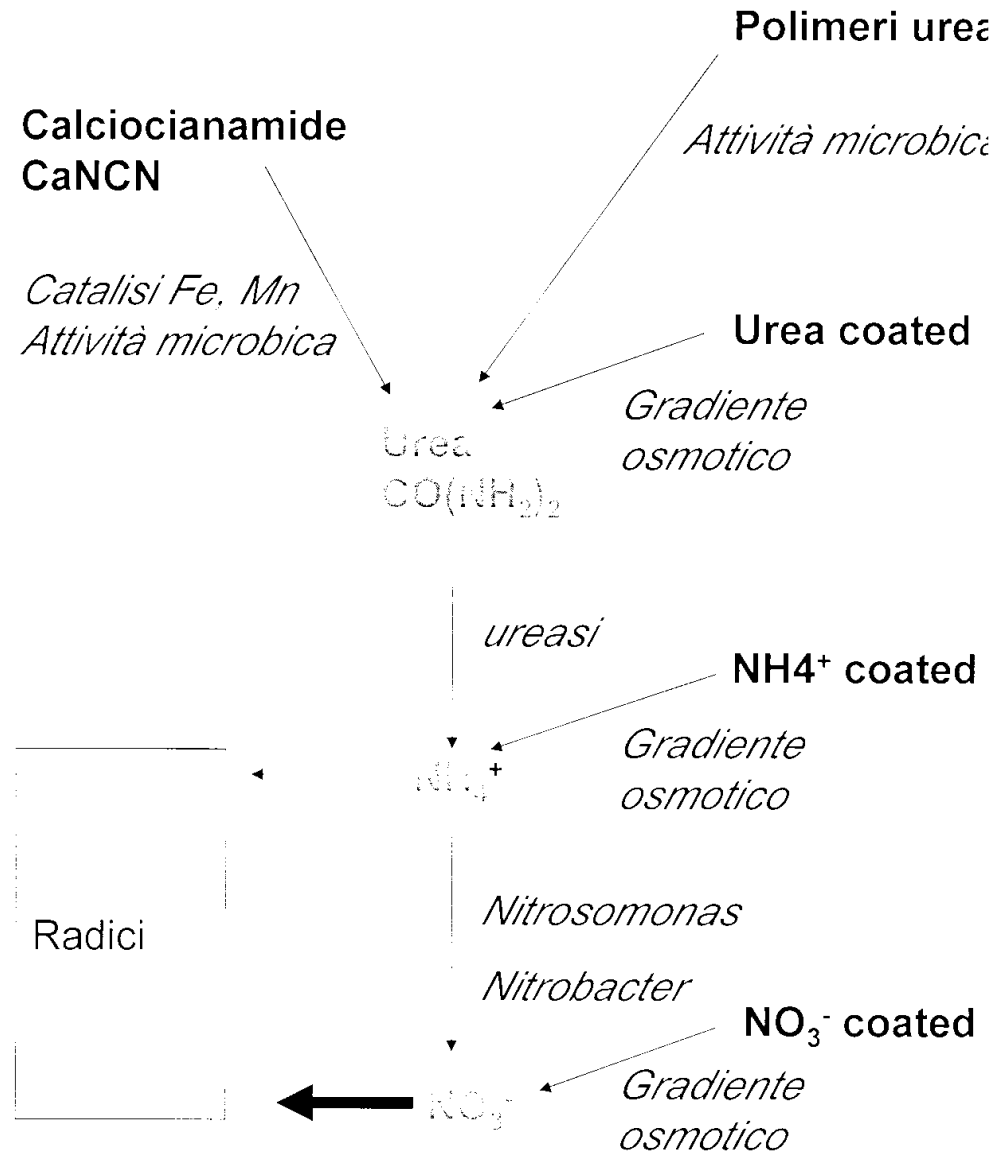
- **Complessità molecolare** (urea formaldeide, isobutilendiurea, crotonilidendiurea)
- **Protezione fisica** (Concimi ricoperti; rivestimento dei granuli di concime con resine poliuretaniche e polimeri termoplastici)
- **Aggiunta di inibitori generici dell'attività microbica** (rivestimento dei granuli di concime con zolfo)
- **Aggiunta di inibitori della nitrificazione** (DCD, DMPP) e dell'attività ureasica (NBPT, PPD).
- **Concimi inibenti per se la nitrificazione** (tiosolfato d'ammonio (ATS))

Variabili del suolo che influenzano l'efficacia degli inibitori della nitrificazione:

- **Temperatura**; per l'effetto sui tempi di biodegradazione
- **Dotazione di sostanza organica**; per adsorbimento e inattivazione
- **Contenuto idrico**; per gli effetti su idrolisi e volatilizzazione nonché sulla migrazione delle molecole lungo il profilo

CONCIMI AZOTATI

Dinamica dei concimi azotati nel suolo



Concimi fosfatici

$P_2O_5 \geq 10\%$; quantità non dichiarabili di N e K;
possono contenere P in diverse forme e solubilità

Tipologie:

- **Perfosfati** (da trattamento di fosforiti od ossa con acido solforico e/o con acido fosforico, hanno reazione acida; *fosfato monocalcico*)
- **Fosfati da trattamento termico** (sottoprodotti o prodotti da trattamento termico delle fosforiti con alcali e acido silicico; Scorie Thomas, fosfato termico e fosfato alluminio-calcico; hanno reazione alcalina; *fosfati di calcio*)
- **Fosforite macinata** (reazione alcalina; *fosfato tricalcico*)
- **Acido fosforico** (*ortofosfato*)

Vocazione d'uso:

- **Perfosfati**, tutti i suoli, spt quelli alcalini
- **Fosfati termici**, suoli acidi
- **Fosforite**, suoli acidi

Concimi fosfatici

Concime	Titolo *	Prezzo UF (euro)
Perfosfato semplice	18-21 ⁽¹⁾	0.66
Perfosfato concentrato	26-36 ⁽¹⁾	
Perfosfato triplo	46 ⁽¹⁾	0.47
Perfosfato d'ossa	15-20 ⁽⁴⁾	
Fosfato nat. Parz. Sol.	<i>20</i>	
Fosfato precipitato bicalcico idrato	38-40 ⁽²⁾	
Fosfato termico	25-30 ⁽²⁾	
Fosfato alluminio-calcico	30-35 ⁽²⁾	
Fosfato naturale tenero	<i>27</i> ⁽⁵⁾	
Scorie Thomas	16-18 ⁽³⁾	1.29
Sali misti fosfatici	10-20	
Acido fosforico	52-54	

*In grassetto: titolo commerciale; in corsivo titolo minimo

⁽¹⁾Titolo in P_2O_5 solubile in citrato ammonico neutro di cui 90% solubile in acqua

⁽²⁾Titolo in P_2O_5 solubile nel citrato ammonico alcalino

⁽³⁾Titolo in P_2O_5 totale, di cui 75 % solubile in acido citrico 2%

⁽⁴⁾Titolo in P_2O_5 solubile in citrato ammonico neutro di cui 90% solubile in acqua

⁽⁵⁾Titolo in P_2O_5 totale, di cui 55 % solubile in acido formico 2%

Concimi potasici

$K_2O \geq 10\%$; quantità non dichiarabili di N e P

Tipologie:

- Cloruri, \pm Mg
- Solfati, \pm Mg
- Sale grezzo o arricchito

Nella scelta valutare:

- L'opportunità di veicolare Cl^- al suolo (ha effetti sulla salinità)
- L'eventuale fabbisogno di Mg del terreno
- La sensibilità della specie al cloro
- Effetti sulle qualità merceologiche della produzione (il cloro riduce la combustibilità del tabacco)

Concimi potassici

Concime	Titolo *	Prezzo UF (euro)
Cloruro di potassio	40-50	
Cloruro potassico ott. Per via chimica	60-62	0.31
Cloruro di potassio cont. Sale di magnesio	40-42	
Solfato potassico	50-52	0.55
Solfato di potassio cont. Sale di magnesio	30	
Sale potassico grezzo	<i>10</i>	
Sale grezzo di potassio arricchito	18	
Kieserite con solfato di potassio	<i>20</i>	
Sale potassico BTC	<i>15</i>	
Sali misti di potassio	10-20	
Soluzione di Sali potassici BTC	<i>10</i>	
Soluzione di cloruro di potassio	<i>10</i>	

*In grassetto: titolo commerciale; in corsivo titolo minimo

Concimi minerali composti

Concimi minerali, ottenuti per sintesi o miscelazione di concimi minerali semplici, che contengono 2 o + macroelementi. Possono essere in formulazione solida, più frequente, oppure liquida.

Tipologie:

NP	
NK	= concimi binari
PK	
NPK	=concimi ternari

Concimi minerali composti ottenuti per sintesi

Concime	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Fosfato monoammonico	12	61	-
Fosfato biammonico	18	46	-
Nitrato potassico	13	-	46
Polifosfato d'ammonio*	10	34	-

*ottenuto dal trattamento dell'acido superfosforico con NH₃

Concimi composti ternari

Sviluppati sulla base dei risultati di studi condotti in coltura idroponica finalizzati all'ottimizzazione dei rapporti N-P-K della soluzione nutritiva per la massimizzazione delle rese

Aspetti negativi

- Rigidità dei titoli che comportano input eccedenti o carenti di qualcuno degli elementi nutritivi dipendentemente dalle dotazioni nutritive dei suoli
- I titoli di N risultano generalmente troppo alti, presupposta l'applicazione del concime in presemina, e contrastano con l'obiettivo di ridurre l'impatto ambientale della concimazione azotata che, diversamente, è conseguibile con il frazionamento della dose complessiva di azoto in più applicazioni e la minimizzazione della frazione applicata in presemina.
- Costo dell'UF generalmente più elevato in confronto a quello dei concimi semplici

Aspetti positivi

- < spazi e tempi d'immagazzinamento
- < costi di distribuzione

EPOCA DI DISTRIBUZIONE

Dipende dal:

■ Ritmo di assorbimento

■ Ritmo di rilascio da parte del suolo

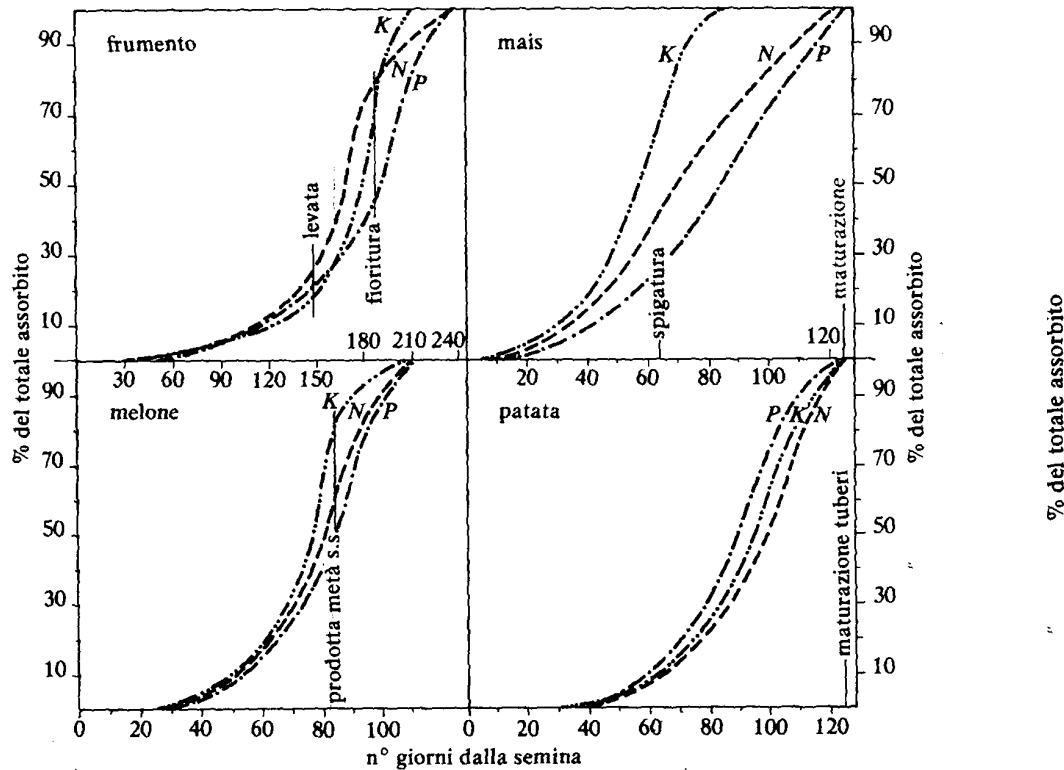


Fig. 15.5. — Assorbimento di N, P e K durante il ciclo culturale di specie diverse.

Ritmo di assorbimento

Varia a seconda della specie (specie per le quantità asportate), ma generalmente è *massimo durante il periodo di massimo accrescimento*:

Varia a seconda della specie (specie per le quantità asportate), ma generalmente è *massimo durante il periodo di massimo accrescimento*

Rilascio da parte del suolo:

L'azoto ammoniacale è debolmente legato ai complessi di scambio, mentre quello nitrico (più assorbito) è per la maggior parte libero nella soluzione circolante. **Le due forme sono altamente solubili, per cui il movimento nel suolo verso la radice avviene prevalentemente per flusso di massa cioè per flusso convettivo causato dai gradienti di potenziali indotti dall'asportazione idrica radicale. Di conseguenza anche il drenaggio al di sotto del franco di coltivazione induce allontanamenti di azoto per lisciviazione con effetti negativi di tipo sia agronomico (riduzione dell'efficienza della concimazione) che ambientali (inquinamento dei corpi idrici ed eutrofizzazione).**

Per i concimi azotati pertanto, considerando anche la rapida evoluzione nei nostri ambienti delle forme ureiche in nitrati (in inverno il processo avviene in poche settimane) è preferibile somministrare il **10-20% alla semina (preferibilmente non in forma nitrica) e la rimanente parte in copertura in una o più somministrazioni.** Ciò aumenta notevolmente l'efficienza della concimazione e riduce i rischi di impatto ambientale.

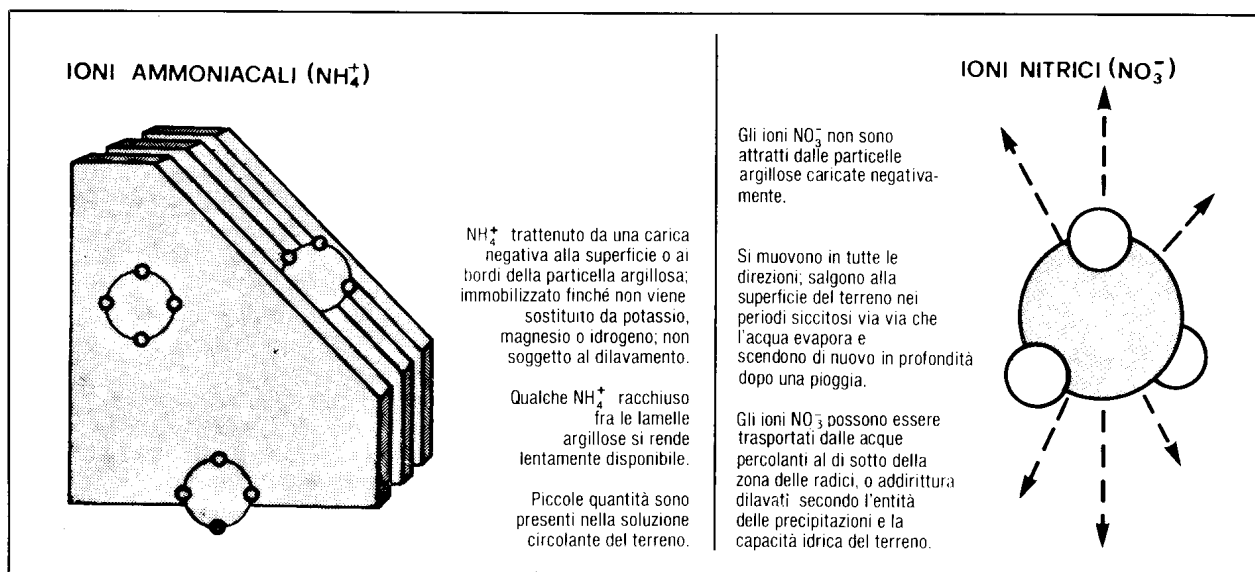


Fig. 133 – Rappresentazione schematica di una particella di argilla nella soluzione del terreno. La superficie è dotata di cariche elettriche negative che attraggono e trattengono gli ioni ammoniacali caricati positivamente (NH_4^+) (a sinistra) ma non quelli nitrici caricati negativamente (NO_3^-) (a destra)

Rilascio da parte del suolo FOSFORO E POTASSIO

Fosforo e potassio sono presenti nel suolo principalmente in forme insolubili e quelle solubili sono legate in modo relativamente forte ai complessi di scambio. Queste ultime sono in equilibrio con la soluzione circolante nel suolo.

Fosforo e potassio sono pertanto poco mobili nel suolo, si muovono verso le radici prevalentemente per diffusione molecolare

($J = -DA \frac{dC}{dx}$) sono poco esposti ai rischi di lisciviazione e pertanto **vengono generalmente distribuiti all' impianto delle colture erbacee ed arboree, intervenendo in copertura solo nelle arboree.**

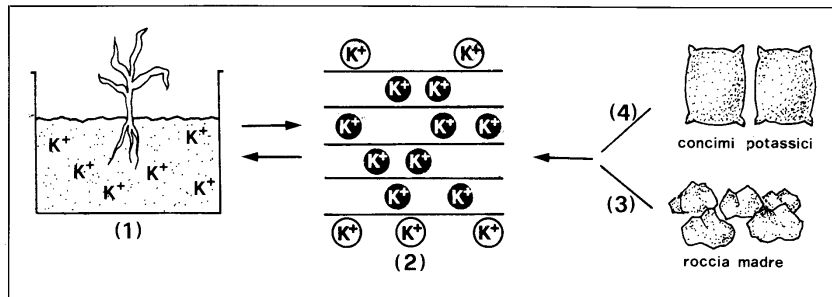


Fig. 137 — Le radici assorbono il K⁺ dalla soluzione del suolo (1). Ciò determina lo spostamento del K⁺ (in chiaro) adsorbito sulla superficie delle particelle argillo-umiche(2). In tal modo la concentrazione dell'elemento nella soluzione del terreno si mantiene pressoché costante. Il K⁺ (in scuro) è invece fissato dai colloidi con maggiore forza e per questo risulta meno disponibile per le colture. Queste infatti lo utilizzano solo nel caso in cui nel mezzo non ci siano altre fonti di K₂O. I costituenti minerali del suolo (3) sono in genere ricchi di potassio; in questi però l'elemento è fortemente trattenuto, tanto da risultare quasi del tutto indisponibile per le piante. Il giusto momento per operare una corretta concimazione potassica (4) è quindi quello che corrisponde alla reintegrazione delle quote di K⁺ (in chiaro). In tal caso il potassio distribuito mezzo fertilizzante reintegra anche le quote di K⁺ (in scuro) che le colture precedenti avevano assorbito

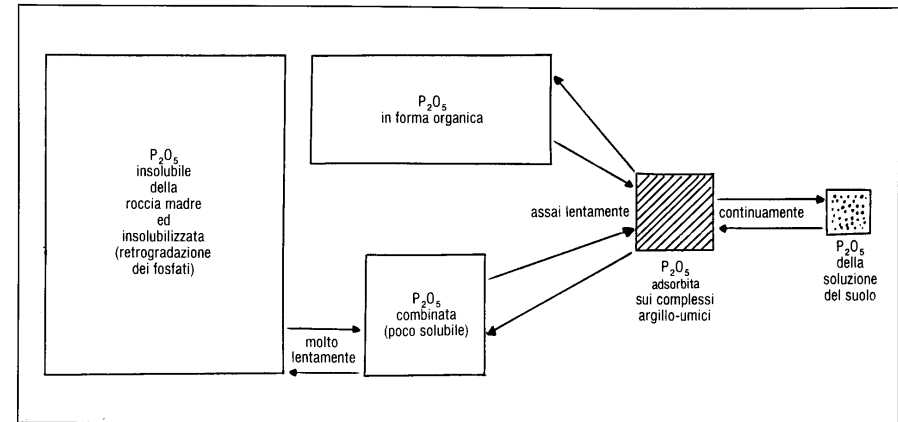


Fig. 136 — Dinamica dell'anidride fosforica (P₂O₅) nel terreno. Le superfici dei poligoni risultano orientativamente proporzionali alle diverse quantità di P₂O₅ presenti nel suolo

MODALITA' DI DISTRIBUZIONE

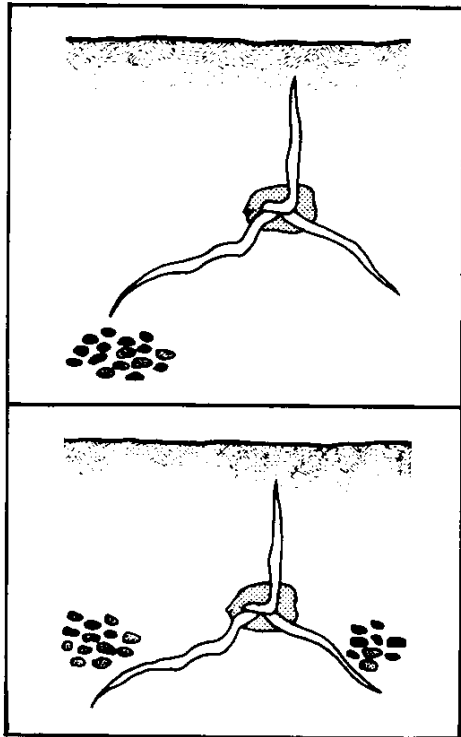
Localizzato o a spaglio (con o senza interramento)

Concimi liquidi e gassosi

Fertirrigazione

Colture fuori suolo

Localizzato:



concimi	titolo (%)	indice	
		del concime	per unità fertilizzante
<i>Azotati</i>			
nitrato di sodio	16,5	100	6,060
nitrato ammonico	35,0	105	2,990
solfo ammonico	21,2	69	3,253
urea	46,0	75	1,620
ammoniaca anidra	82,2	47	0,572
<i>Fosfatici</i>			
perfosfato minerale	20,0	8	0,390
superfosfato triplo	48,0	10	0,210
<i>Potassici</i>			
cloruro potassico	60,0	109	2,189
solfo potassico	54,0	46	0,853

Il concime viene distribuito in bande o a postarelle in prossimità del seme, interrandolo (seminatrici spandiconcime) nel caso di fosforo e potassio o in superficie per l' azoto.

Vantaggi: maggiore disponibilità nelle fasi di inizio ciclo.

Svantaggi: effetto caustico o osmotico se il concime è troppo vicino al seme in funzione dell' **indice di salinità**.

MODALITA' DI DISTRIBUZIONE

a spaglio (con o senza interramento)

Il concime viene distribuito in modo uniforme su tutta la superficie ed eventualmente interrato (per fosforo e potassio) con lavori di erpicatura o sarchiatura. L'estrema solubilità degli azotati (e' sufficiente la rugiada notturna per solubilizzare e spostare in profondità il concime) permette di distribuire a spaglio questo elemento anche in copertura.

E' la modalità di distribuzione piu' adoperata (specie per le colture a semina fitta) in quanto è la più economica
Il concime viene distribuito in modo uniforme su tutta la superficie ed eventualmente interrato (per fosforo e potassio) con lavori di erpicatura o sarchiatura. L'estrema solubilità degli azotati (e' sufficiente la rugiada notturna per solubilizzare e spostare in profondità il concime) permette di distribuire a spaglio questo elemento anche in copertura.

E' la modalità di distribuzione piu' adoperata (specie per le colture a semina fitta) in quanto è la più economica

E' la modalità di distribuzione piu' adoperata (specie per le colture a semina fitta) in quanto è la più economica.



MODALITA' DI DISTRIBUZIONE

Concimi gassosi e liquidi

Il concime gassoso più diffuso è l' ammoniaca anidra. In Italia è utilizzato molto poco.

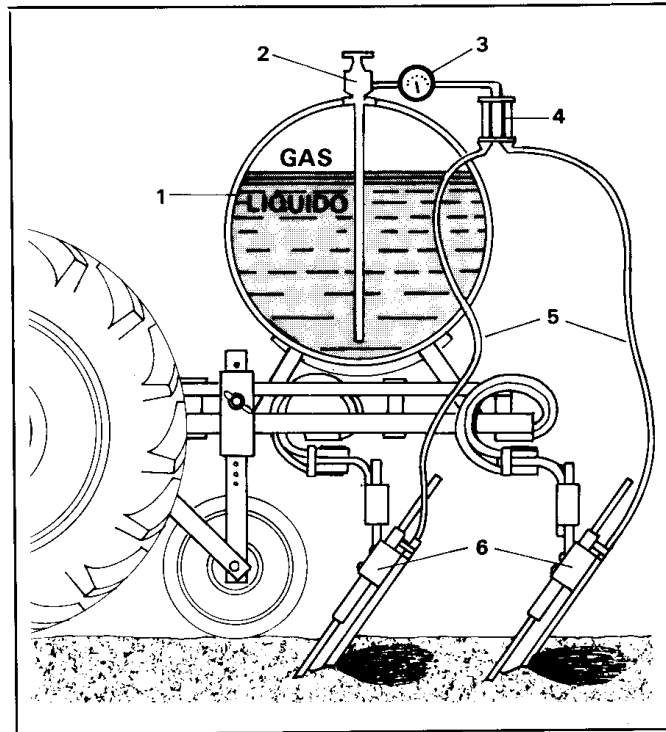


Fig. 66 – Schema di un applicatore di ammoniaca del tipo portato. 1. Contenitore; 2. valvola di uscita del fertilizzante; 3. nitrolatore; 4. ripartitore; 5. tubi adduttori; 6. denti iniettori

Nonostante il costo dell' unità fertilizzante sia il più basso per gli azotati, richiede apparecchiature di trasporto, stoccaggio e distribuzione specifiche e costose. Le perdite di efficienza per volatilizzazione possono essere inoltre molto alte.

MODALITA' DI DISTRIBUZIONE

I concimi liquidi vengono distribuiti generalmente mediante pompe irroratrici a barra orizzontale.

La distribuzione è molto uniforme, ma considerando il rapporto di solubilità dei principali concimi in commercio, non si possono distribuire grossi quantitativi di concime. I costi di distribuzione sono maggiori rispetto ai c. solidi. In genere si associa la concimazione liquida al diserbo o si utilizza per distribuire microelementi (**concimazione fogliare**)



MODALITA' DI DISTRIBUZIONE

Concimi liquidi (**concimazione fogliare**)

Irrorazione sulle piante di una soluzione acquosa contenente elementi nutritivi che verranno assorbiti dalla parte epigeica delle stesse.

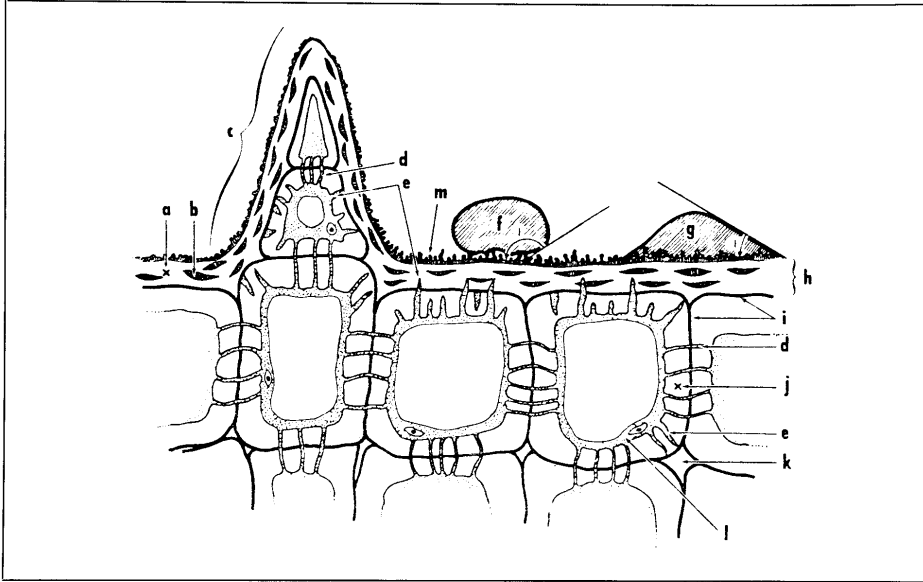


Fig. 152 – Rappresentazione schematica (non in scala) delle cellule epidermiche e della cuticola di una foglia: a. cutina, b. lamella cerosa, c. pelo, d. plasmodesma, e. ectodesma, f. goccia non addizionata di un bagnante, g. goccia addizionata di un bagnante, h. cuticola, i. strato pectico, j. cellulosa, k. spazio intercellulare, l. protoplasma, m. aghi cerosi, α. angoli di contatto

Penetrazione

■ Cuticolare

■ Stomatica

penetrazione favorita
dall' aggiunta di
tensioattivi

La penetrazione è resa difficoltosa da

■ Tomentosità

■ Cere

■ Senescenza dei tessuti (meglio foglie giovani)

■ Elevata insolazione

■ Elevata temperatura ed aria secca

(evaporazione del solvente)

■ Pioggia dilavante

■ La penetrazione è più difficoltosa per il fosforo, mentre azoto (specie urea) e potassio vengono assorbiti facilmente

MODALITA' DI DISTRIBUZIONE

Concimi liquidi (concimazione fogliare)

Vantaggi

- Rapida risposta da parte delle piante (risolve problemi di carenza)
- E' possibile distribuire elementi che non possono essere assorbiti per via radicale a causa di problemi edafici (pH ecc.) o per scarso sviluppo radicale (concimazione di piante appena trapiantate)
- E' consigliabile in associazione a trattamenti antiparassitari (per aiutare rapidamente la pianta anche da un punto di vista nutrizionale o di diserbo (per attenuare lo stress del trattamento sulla pianta coltivata))

Svantaggi

I quantitativi di elemento somministrati sono in genere modesti (e variabili in funzione della solubilità in acqua dei composti impiegati, capacità di trattenuta dell' apparato epigeico al limite dello sgocciolamento, pericolo di ustioni, capacità di assorbimento delle piante). Per questo motivo *la concimazione fogliare e' utilizzata in pratica principalmente per i microelementi (Fe, Cu, Mo, Mn, Zn ecc.) preferibilmente in forma di chelati*

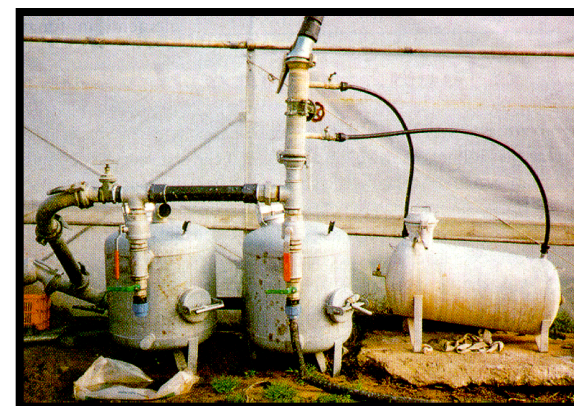
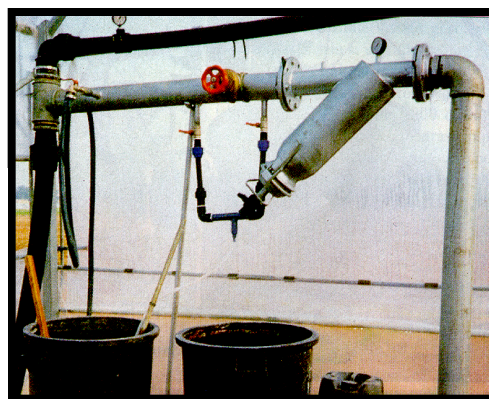
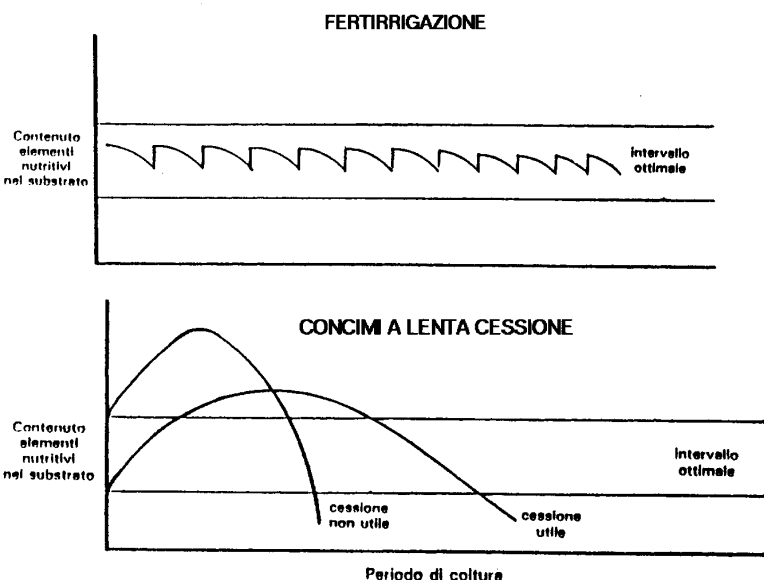
MODALITA' DI DISTRIBUZIONE

Concimi liquidi (**fertirrigazione**)

Distribuzione di concimi organici o minerali con l'acqua irrigua.

Vantaggi

- Si somministra l'elemento man mano che la pianta ne abbisogna



- possibilità di concimare anche quando il terreno è impraticabile (colture a taglia alta, pacciamatura)

• non si calpesta il terreno con le macchine

• risparmio nelle spese di distribuzione

• elemento nutritivo in soluzione è più prontamente utilizzabile per le piante

I vantaggi della fertirrigazione si hanno soprattutto:

- nei terreni sabbiosi
- in colture con apparato radicale ridotto (orticole e floricole)
- in colture con esigenze irrigue che coincidono con le esigenze nutritive
- colture protette
- colture pacciamate
- con il metodo irriguo a goccia (sv. radicale)
- con l'elemento azoto

I presupposti della fertirrigazione sono:

- *conoscenza delle asportazioni durante il ciclo colturale*
- *individuazione dei concimi idonei (solubilità, mobilità nel terreno, interazione con elementi nel terreno ed acqua irrigua, miscibilità)*

Svantaggi

- Conveniente applicabilità solo per colture irrigue
- Costi di impianto
- Per le normali colture di pieno campo fosforo e potassio devono essere eseguite prima della semina indipendentemente dalla fertirrigazione
- Particolare attenzione deve essere posta nel calcolo del volume specifico d'adacquamento per evitare la lisciviazione dei composti in soluzione.

•Particolare attenzione deve essere posta nel calcolo del volume specifico d'adacquamento per evitare la lisciviazione dei composti in soluzione.

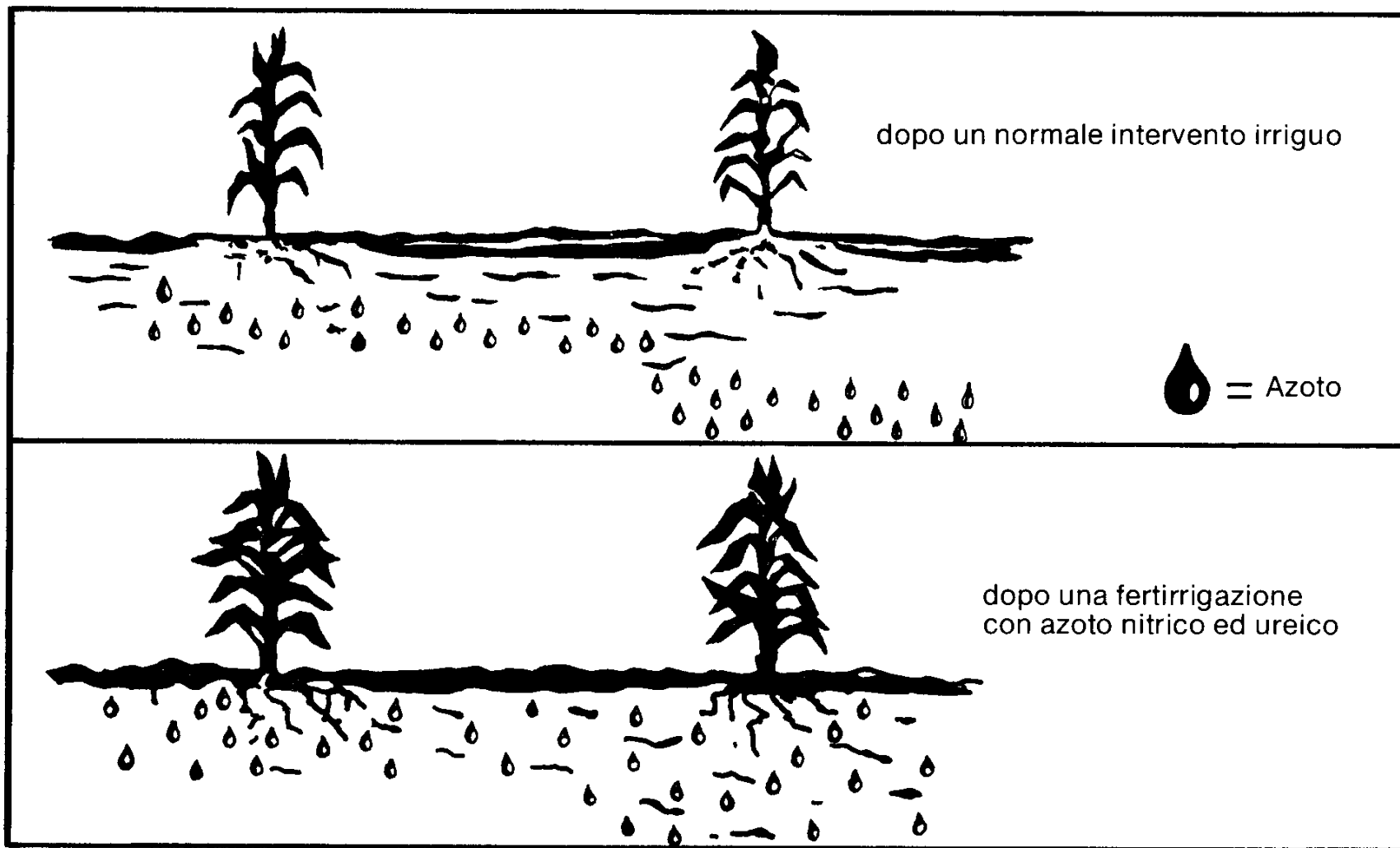


Fig. 142 — Ripartizione dell'azoto lungo il profilo verticale del terreno dopo un normale intervento irriguo o una fertirrigazione effettuata con azoto nitrico ed ureico.