



DBC 2001

Dati di base per la concimazione
in campicoltura e foraggicoltura

PREMESSA

I “Dati di base per la concimazione in campicoltura e foraggicoltura” (DBC 2001) contengono tutte le indicazioni utili per attuare, in agricoltura, una concimazione confacente alle esigenze delle piante e rispettosa per l’ambiente. Questi dati, che possono essere utilizzati dagli agricoltori e dai Servizi di consulenza, costituiscono il pilastro agronomico, ecologico e tecnico della concimazione. La messa in pratica dei principi enunciati nel presente documento consente di produrre alimenti di qualità inec-cepibile, salvaguardando la fertilità del suolo e nel rispetto degli imperativi della protezione dell’ambiente e dei principi dello sviluppo sostenibile.

Nel 1964 le Stazioni federali di ricerche agronomiche hanno pubblicato i primi dati di base per la concimazione in Svizzera, a cui fecero seguito le revisioni del 1972, del 1987 e del 1994, in funzione delle nuove conoscenze acquisite. La presente revisione apporta un certo numero di modifiche, elaborate sulla base di nuovi risultati sperimentali ed esperienze raccolte in campo.

Le modifiche e le innovazioni più importanti concernono l’adozione di un nuovo metodo d’analisi del suolo in campicoltura e foraggicoltura, come pure i volumi ed i contenuti dei differenti concimi aziendali. Per questi ultimi, i cambiamenti s’imponivano, soprattutto alla luce degli sviluppi intervenuti nell’alimentazione degli animali nonché dei risultati analitici e delle rilevazioni recenti.

È nostro vivo desiderio ringraziare sentitamente tutte le persone che hanno contribuito alla realizzazione di questo documento. Ringrazio in particolare i collaboratori delle Stazioni federali di ricerche agronomiche, dell’Istituto di ricerche in agricoltura biologica (IRAB), delle Centrali di consulenza agricola di Losanna (SRVA) e di Lindau (LBL), i membri del gruppo di lavoro “suolo, concimazione e ambiente”, la “Commission Romande des Fumures” ed i rappresentanti dei fabbricanti di concimi.

Speriamo che la presente edizione possa contribuire favorevolmente allo sviluppo di una produzione agricola sostenibile nel tempo.

Jacques Morel
Vicedirettore dell’Ufficio
Federale dell’Agricoltura

Editori	Stazione federale di ricerche per la produzione vegetale di Changins (RAC), CH-1260 Nyon e Stazione federale di ricerche in agroecologia e agricoltura di Zurigo – Reckenholz (FAL), CH-8046 Zurigo
Redazione	Jean-Pierre Ryser, RAC Ulrich Walther, FAL René Flisch, FAL
Contributi	René Flisch, FAL Ulrich Herter, FAL Willi Kessler, FAL Harald Menzi, FAL Ulrich Walther, FAL Bernard Jeangros, RAC Didier Pellet, RAC Jean-Pierre Ryser, RAC Pierre-A. Vullioud, RAC Rainer Frick, Stazione federale di ricerche in economia e tecnologia agricole (FAT), CH-8356 Tänikon Alfred Berner, Istituto di ricerche in agricoltura biologica (IRAB) CH-5070 Frick
Traduzione	- esecuzione: Marco Rossi, CH-6834 Morbio Inferiore - coordinazione: Giorgio Jelmini, Mario Bertossa, RAC
Foto di copertina	Gabriela Brändle, FAL
Prezzo	CHF. 15.— (IVA compresa)
Distribuzione	RAC, Centro di Cadenazzo, CH-6594 Contone

Indice

	Pagina
1. INTRODUZIONE	5
2. FUNZIONI E OBIETTIVI DELLA CONCIMAZIONE	5
3. NORME DI CONCIMAZIONE	6
3.1. Relazione tra asportazione di elementi nutritivi e norma di concimazione per fosforo, potassio e magnesio	6
3.2. Campicoltura e colture orticole da pieno campo	8
3.3. Foraggicoltura	12
4. CONTENUTO NUTRITIVO E PROPRIETÀ DEL SUOLO	17
5. ANALISI DI MATERIALE VEGETALE	19
6. CONCIMAZIONE CON FOSFORO, POTASSIO E MAGNESIO	19
6.1. Correzione delle norme di concimazione per fosforo, potassio e magnesio, sulla base del metodo d'analisi all'acetato di ammonio + EDTA	20
6.2. Correzione delle norme di concimazione per fosforo e potassio, sulla base del metodo d'estrazione all'acqua satura di CO ₂	23
6.3. Correzione della norma di concimazione per il magnesio con il metodo di estrazione al CaCl ₂	23
6.4. Osservazioni particolari sull'impiego di concimi fosfatici, potassici e magnesiaci	27
7. CONCIMAZIONE AZOTATA	28
7.1. Campicoltura	28
7.1.1. Metodo della norma corretta (metodo di stima)	28
7.1.1.1. Principi del metodo della norma corretta	28
7.1.1.2. Procedimento per determinare la norma corretta	32
7.1.2. Determinazione del contenuto di azoto minerale nel suolo (metodo N _{min})	35
7.1.3. Altri metodi	37
7.2. Foraggicoltura	38
7.3. Strategie per una concimazione azotata in condizioni di limitata disponibilità di azoto	40
8. AMMENDAMENTI CALCAREI	40
9. ZOLFO E OLIGOELEMENTI	42
9.1. Zolfo	42
9.1.1. Procedura per valutare il rischio di carenza di zolfo	43
9.1.2. Forma e epoca della concimazione sulfurea	44
9.2. Boro e manganese	44
10. RESIDUI COLTURALI	45

11. CONCIMI AZIENDALI	45
11.1. Quantità prodotte e contenuti	46
11.1.1. Produzione di elementi fertilizzanti da parte degli animali da reddito	46
11.1.2. Produzione di liquame e letame	49
11.1.3. Contenuto di elementi fertilizzanti nei concimi aziendali	52
11.1.4. Preparazione dei concimi aziendali	53
11.1.5. Disponibilità di azoto nei concimi aziendali	54
11.2. Utilizzo dei concimi aziendali	54
11.2.1. Epoca appropriata per l'impiego di liquame e letame	54
11.2.2. Calcolo degli apporti di concimi aziendali	56
12. FANGHI DI DEPURAZIONE E COMPOSTO	56
13. CARATTERISTICHE E PARTICOLARITÀ DELLA COLTURA BIOLOGICA	58
14. CONCIMAZIONE E AMBIENTE	59
14.1. La concimazione quale componente integrata del ciclo delle sostanze nutritive	59
14.2. Sintesi dei pericoli ambientali relativi all'utilizzo dei concimi e loro idoneità ad una fertilizzazione mirata, economica e rispettosa dell'ambiente	59
14.3. Misure per evitare perdite di elementi nutritivi	60
14.3.1. Dilavamento e percolazione	60
14.3.2. Erosione e scorrimento superficiale	61
14.3.3. Volatilizzazione dell'ammoniaca	62
14.4. Conseguenze di una concimazione eccessiva	63
14.5. Sostanze nocive e agenti patogeni	63
14.6. Riassunto delle raccomandazioni per una concimazione rispettosa dell'ambiente	64
15. CONCIMAZIONE E QUALITÀ DEI RACCOLTI	64
16. LA CONCIMAZIONE NELLA PRATICA	65
16.1. Il piano di concimazione	65
16.2. Scelta del tipo di concime	65
16.3. Possibilità di rinunciare alla concimazione con P, K e Mg	65
16.4. Concimazione di rotazione	66
16.5. Possibilità e limiti dei differenti metodi per fare il bilancio degli elementi nutritivi	66
17. TECNICA DI SPANDIMENTO PER I CONCIMI MINERALI, I CONCIMI AZIENDALI ED I CONCIMI A BASE DI RIFIUTI	67
18. ANNESSI	69
18.1. Caratteristiche delle diverse forme di elementi fertilizzanti e concimi	69
18.2. Quantità di elementi nutritivi contenute nei prodotti vegetali e animali	71
18.3. Tavola di conversione	74
18.4. Abbreviazioni e termini impiegati	75
18.5. Leggi e ordinanze concernenti il commercio e l'impiego dei concimi	78

1. INTRODUZIONE

Le basi per la concimazione in campicoltura e foraggicoltura sono regolarmente sottoposte ad un attento compito di revisione. Esse prendono in considerazione i risultati delle sperimentazioni più recenti, l'evoluzione delle conoscenze pratiche acquisite, nonché la necessità di attualizzare determinate norme. Quale base complementare sono stati utilizzati anche i risultati di esperimenti ed attività di ricerca svolti precedentemente. Tali risultati sono stati sottoposti ad una nuova e critica valutazione. Questo documento, benché sia primariamente indirizzato ai servizi di consulenza agricola, può servire anche agli agricoltori quale strumento di

decisione in materia di concimazione. Non deve però essere considerato un manuale sui principi fondamentali della nutrizione vegetale o sulle relazioni pianta-suolo. L'evoluzione incalzante delle tecniche e dei metodi di produzione, come pure la diversificazione locale o temporanea dell'agricoltura, implicano che non tutti i quesiti possano essere risolti con l'aiuto di questo documento. In caso d'incertezza è opportuno cercare delle soluzioni adeguate in collaborazione con i servizi di consulenza o con le stazioni di ricerca.

Le informazioni di questo documento si fondano sui principi fondamentali delle scienze naturali e sono perciò valide per tutti i sistemi di produzione agricola orientati su basi naturali.

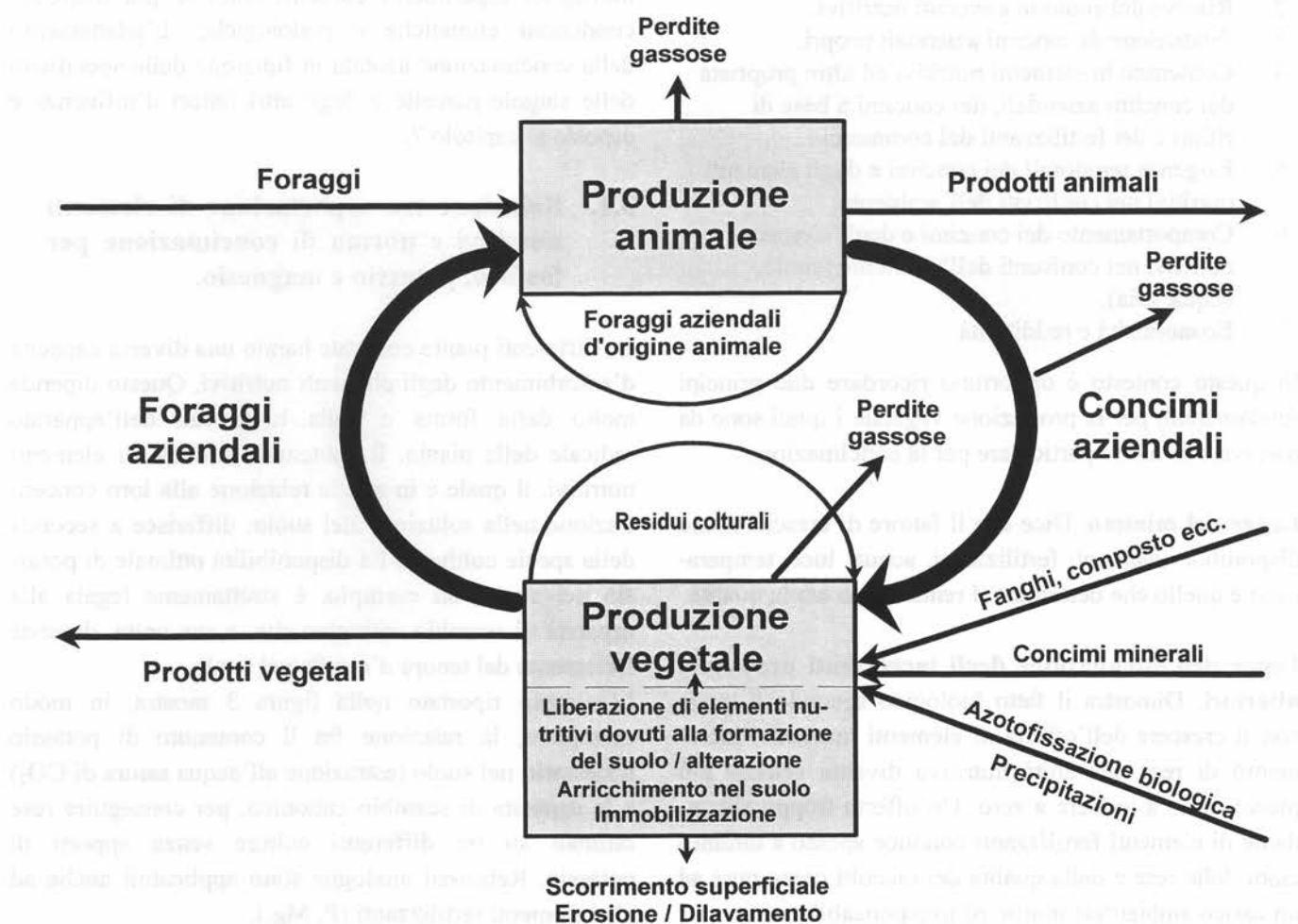


Figura 1. Ciclo degli elementi nutritivi di un'azienda agricola.

2. FUNZIONI E OBIETTIVI DELLA CONCIMAZIONE

Gli elementi minerali vengono assorbiti dalle piante attraverso il suolo e l'aria. Determinate quantità di elementi nutritivi abbandonano così, sotto forma di prodotti vegetali e animali (alimenti e foraggi), il suolo

ed in parte l'azienda. Il compito principale della concimazione consiste pertanto nel riequilibrare il ciclo degli elementi nutritivi (figura 1) e nell'ottimizzare la produzione vegetale, evitando nel contempo di impoverire le riserve del suolo, ma anche di arricchirle inutilmente.

La nozione di concimazione abbraccia qualsiasi apporto di elementi nutritivi indispensabili ai vegetali (N, P, K,

Ca, Mg, S, B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn), indipendentemente dalla loro forma. Con l'aiuto della concimazione si vorrebbe instaurare un'offerta di elementi nutritivi che permetta alle piante di svilupparsi in modo efficiente e formare così rese ottimali, garantendo nel contempo una qualità ineccepibile degli alimenti con un impatto ambientale minimo. Le esigenze odierne per una concimazione adeguata ai fabbisogni delle piante e rispettosa dell'ambiente sono raffigurate nel concetto di concimazione in agricoltura (figura.2). Da ciò ne deriva che, per una concimazione ponderata, sensata ed efficace bisogna tenere in considerazione, secondo l'ordine indicato, dei seguenti fattori:

1. Fabbisogni della pianta in elementi nutritivi.
2. Riserve del suolo in elementi nutritivi.
3. Produzione di concimi aziendali propri.
4. Contenuto in elementi nutritivi ed altre proprietà dei concimi aziendali, dei concimi a base di rifiuti e dei fertilizzanti del commercio.
5. Esigenze temporali dei concimi e degli elementi nutritivi nei confronti dell'ambiente.
6. Comportamento dei concimi e degli elementi nutritivi nei confronti dell'ambiente (suolo, acqua, aria).
7. Economicità e redditività

In questo contesto è opportuno ricordare due principi fondamentali per la produzione vegetale i quali sono da osservare in modo particolare per la concimazione:

Legge del minimo. Dice che il fattore di crescita meno disponibile (elementi fertilizzanti, acqua, luce, temperatura) è quello che determina il rendimento e/o la qualità.

Legge dell'attenuazione degli incrementi produttivi ulteriori. Dimostra il fatto biologico secondo il quale con il crescere dell'offerta di elementi nutritivi l'incremento di resa per unità nutritiva diventa sempre più piccolo fino a tendere a zero. Un'offerta troppo abbondante di elementi fertilizzanti conduce spesso a diminuzioni delle rese e della qualità dei raccolti come pure ad un carico ambientale inutile ed irresponsabile.

L'obiettivo della concimazione consiste nell'ottimizzare le rese e conseguire una qualità ineccepibile, valorizzando al massimo l'efficacia degli elementi nutritivi che agiscono da fattore limitante.

Per contro la concimazione non è il mezzo appropriato per correggere le carenze determinate da decisioni colturali errate (ad es. rotazione colturale squilibrata, compattamento del suolo a seguito di lavori colturali o raccolti eseguiti in periodi non appropriati, epoca di semina, scelta di varietà non adatte, interventi fitosanitari inadeguati).

3. NORME DI CONCIMAZIONE

Le norme di concimazione danno delle informazioni concernenti il fabbisogno in elementi nutritivi delle diverse colture per ottenere una buona resa media e con un approvvigionamento ottimale del suolo. Per fosforo, potassio e magnesio le norme scaturiscono dalle asportazioni degli elementi nutritivi da parte delle piante; le possibili differenze fra asportazioni e norme di concimazione sono spiegate nel capitolo 3.1.

Le correzioni delle norme di fosforo, potassio e magnesio sulla base delle analisi del suolo sono descritte nel capitolo 6. Le norme per la concimazione azotata sono state elaborate con l'aiuto dei risultati di molteplici esperimenti condotti sotto le più disparate condizioni climatiche e pedologiche. L'adattamento della concimazione azotata in funzione delle specificità delle singole parcelle e degli altri fattori d'influenza è esposto al capitolo 7.

3.1. Relazione tra asportazione di elementi nutritivi e norma di concimazione per fosforo, potassio e magnesio.

Le differenti piante coltivate hanno una diversa capacità d'assorbimento degli elementi nutritivi. Questo dipende molto dalla forma e dalla lunghezza dell'apparato radicale della pianta. Il contenuto ottimale di elementi nutritivi, il quale è in stretta relazione alla loro concentrazione nella soluzione del suolo, differisce a seconda della specie coltivata. La disponibilità ottimale di potassio nel suolo, ad esempio, è strettamente legata alla capacità di scambio cationico che, a sua volta, dipende fortemente dal tenore d'argilla nel suolo.

L'esempio riportato nella figura 3 mostra, in modo esemplare, la relazione fra il contenuto di potassio necessario nel suolo (estrazione all'acqua satura di CO₂) e la capacità di scambio cationico, per conseguire rese ottimali su tre differenti colture senza apporti di potassio. Relazioni analoghe sono applicabili anche ad altri elementi fertilizzanti (P, Mg.).

Tenendo in considerazione questo fatto, il contenuto ottimale di fosforo, potassio e magnesio nel suolo è stato adeguato in funzione delle specie con una capacità di assorbimento da medio a buona. Per queste colture la norma di concimazione corrisponde all'asportazione.

Cereali e graminacee, grazie al loro sistema radicale molto fine e fittamente ramificato, hanno un'elevata capacità di assorbimento di potassio. Questo è pure valido per colture con apparato radicale fittonante (es. bietole) le quali possono prelevare una grande quantità di potassio negli strati di suolo più profondi.

	Piante e suolo	Concimi
Basi e mezzi	Fabbisogno in elementi nutritivi delle colture (norme) Risultati delle analisi del suolo Tipo di suolo (contenuto di humus, granulometria) Schema per l'interpretazione dei risultati delle analisi di terra, calibrato con prove sperimentali	Quantità di residui colturali e concimi aziendali Contenuto d'elementi nutritivi e proprietà relative a: - residui colturali - concimi aziendali e concimi a base di rifiuti - concimi minerali

Procedimento

1. Stabilire il fabbisogno in elementi nutritivi specifico per la coltura e il luogo



2. Soddisfare il fabbisogno con residui colturali e concimi

1. Radici e residui colturali della coltura precedente
2. Distribuzione ottimale (quantità ed epoca) dei concimi aziendali
3. Impiego mirato di concimi a base di rifiuti
4. Impiego mirato di concimi minerali

3. Evitare le perdite di sostanze nutritive, sfruttamento massimo delle sostanze nutritive da parte delle piante

Evitare l'inquinamento atmosferico

Rinunciare allo spargimento di liquami e fanghi con tempo caldo, secco e ventoso
 Diluizione del liquame e del colaticcio
 Tecnica di spandimento che minimizzi le perdite
 Migliorare le possibilità d'infiltrazione dei concimi liquidi (erpicazione)
 Incorporare i concimi con alto rischio di perdite gassose

Evitare l'inquinamento delle acque

Somministrare concimi azotati solo quando il bisogno delle piante è imminente
 Ridurre l'entità dei singoli apporti in condizioni topografiche sfavorevoli
 Distribuire concimi liquidi solo quando il suolo ha un sufficiente potere assorbente durante il periodo vegetativo
 Ripartizione uniforme dei concimi

Obiettivo

Coprire il fabbisogno nutritivo delle piante
Qualità ineccepibile dei raccolti
Concimazione minima per ottenere rese conformi al potenziale del luogo
Massima efficacia dei fertilizzanti / Perdite di sostanze nutritive minime
Mantenimento duraturo della fertilità del suolo

Figura 2. Il concetto di concimazione in agricoltura per un uso confacente del suolo.

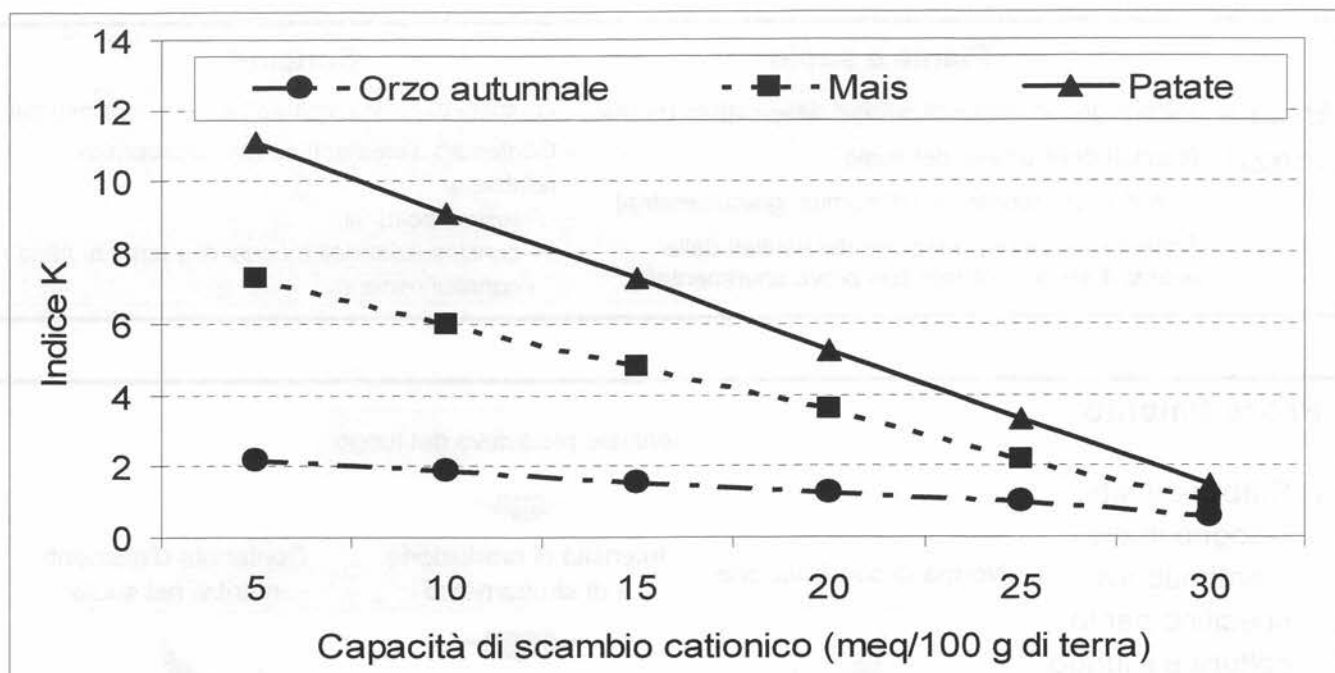


Figura 3. *Indice K minimo (metodo CO₂) per conseguire rese ottimali senza apporti di potassio, su differenti colture, in funzione della capacità di scambio cationico del suolo.*

In questi casi la norma di concimazione è inferiore rispetto alla sottrazione di elementi nutritivi.

Al contrario, piante con apparato radicale poco sviluppato e/o con una scarsa capacità di scambio da parte delle radici (es. patate), abbisognano di concentrazioni di elementi nutritivi più elevate nella soluzione del suolo. Affinché anche queste piante possano coprire il loro fabbisogno, la concentrazione di elementi nutritivi nel suolo dev'essere accresciuta solo per un breve intervallo di tempo con norme di concimazione superiore alle asportazioni.

Per prati e pascoli, nel calcolo della norma si è inoltre tenuto conto dell'intensità di sfruttamento, della composizione botanica e della qualità dei foraggi (tabella. 1). Per tutte le colture, la norma di concimazione è stata arrotondata, per eccesso o per difetto, con un'approssimazione di 5 kg.

3.2. Campicoltura e colture orticole da pieno campo.

La maggior parte delle aziende consegue, nella media pluriennale, il livello delle rese indicate. Su singole parcelle (suolo poco profondo), in certe regioni (campicoltura in zone marginali) o su talune aziende (coltura biologica o altri sistemi di produzione) dove le rese sono regolarmente inferiori del 20% o più, occorre ridurre la norma di concimazione per fosforo, potassio e magnesio (tabella 2); mentre in condizioni pedoclimatiche molto buone dove le rese sono chiaramente superiori, la norma dev'essere aumentata. Le correzioni della norma di concimazione vengono calcolate in modo direttamente proporzionale rispetto alle rese indicate. Non sono per contro necessarie correzione nel caso di rendimenti con variazioni solo sporadiche.

Tabella 1. Fattori per il calcolo della norma di concimazione, partendo dalle asportazioni delle diverse colture in fosforo, potassio e magnesio, sulla base delle rispettive capacità di assorbimento di elementi nutritivi.

Per le colture che non figurano in questa tabella la norma di concimazione corrisponde alle sottrazioni di fosforo, potassio e magnesio (fattore = 1,0).

Coltura	Fattori per il calcolo delle norme di concimazione partendo dalle asportazioni delle colture		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Cereali autunnali	1,0	0,8	1,0
Mais	1,2	1,0	1,0
Patate per il consumo e per l'industria di trasformazione	1,2	1,2	1,2
Patate precoci e da seme	1,3	1,2	1,2
Bietole da zucchero e da foraggio	1,0	0,7	1,0
Miscanto	1,0	0,8	1,0
Leguminose da granella	1,0	1,2	1,0
Piselli da conserva	1,0	1,2	1,0
Cavolo per crauti	0,75	0,85	1,0
Cavolo di Bruxelles	0,75	0,85	1,0
Cicoria belga - endivia	0,85	0,5	0,6
Carote da conserva e industriali	1,1	0,6	1,0
Cipolle piantate	1,3	1,2	1,2
Colture intercalari, mais verde	1,0	0,7	1,3
Prati intensivi	1,0	0,75	1,2
Prati medio intensivi	0,93	0,70	1,1
Prati poco intensivi	0,88	0,65	0
Prati estensivi	0	0	0
Pascoli intensivi ¹⁾	0,62 / 0,42	0,30 / 0,08	0,78 / 0,78
Pascoli medio-intensivi ¹⁾	0,60 / 0,42	0,27 / 0,07	0,67 / 0,67
Pascoli poco intensivi	0,55	0,16	0
Pascoli estensivi	0	0	0
Produzione di sementi (graminacee e leguminose)	0,93	0,70	1,1

¹⁾ Il primo valore si riferisce al pascolo **con stabulazione** (pascolo parziale); il secondo valore al pascolo **senza stabulazione** (pascolo integrale). Ulteriori chiarimenti al riguardo sono contenuti nel capitolo 3.3.

Tabella 2. Asportazioni d'azoto, fosforo, potassio e magnesio e relative norme di concimazione per le diverse colture in campicoltura.

Le asportazioni indicate corrispondono alle rese raccolte del prodotto principale (non viene tenuto conto di eventuali perdite al momento della raccolta) ed alle quantità medie di sottoprodotti (senza stoppie e radici).

Coltura	Rese (q/ha) ¹	Prodotto	Asportazioni tramite i raccolti (kg/ha)				Norme di concimazione (kg/ha)			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Cereali e mais										
Frumento autunnale ²	60	granella paglia	120	53	27	6	140	70	90	15
	75		38	15	83	6				
	Totale		158	68	110	12				
Frumento primaverile	50	granella paglia	110	42	20	6	120	55	90	10
	65		33	11	72	3				
	Totale		143	53	92	9				
Orzo autunnale	60	granella paglia	90	54	36	6	110	70	120	10
	55		29	15	117	3				
	Totale		119	69	153	9				
Orzo primaverile	45	granella paglia	59	36	27	5	90	45	125	10
	50		25	11	100	2				
	Totale		84	47	127	7				
Avena autunnale	55	granella paglia	88	44	28	6	90	65	140	15
	70		35	19	147	6				
	Totale		123	63	175	12				
Avena primaverile	55	granella paglia	88	44	28	6	90	65	175	15
	70		35	19	147	5				
	Totale		123	63	175	11				
Segale autunnale ²	55	granella paglia	88	44	28	6	90	65	95	15
	75		38	19	90	8				
	Totale		126	63	118	14				
Spelta autunnale	50	granella paglia	80	40	25	6	100	60	95	15
	75		38	19	90	8				
	Totale		118	59	115	14				
Triticale autunnale	60	granella paglia	105	54	36	6	110	75	110	15
	80		60	20	100	6				
	Totale		165	74	136	12				
Triticale primaverile	55	granella paglia	96	50	33	6	100	70	125	15
	75		56	19	94	6				
	Totale		152	69	127	12				
Farro, spelta minore	25	granella paglia	55	20	13	4	30	35	55	10
	45		18	13	41	3				
	Totale		73	33	54	7				
Mais da granella e CCM	80	granella paglia	104	48	39	8	110	95	250	20
	95		57	32	209	12				
	Totale		161	80	248	20				
Mais da silo	160 ³	pianta intera	200	96	248	19	110	115	250	20
Mais verde da foraggio	60 ³	pianta intera	114	39	162	6	70	40	115	10
Piante da tubero e da radici										
Patate per il consumo e per l'industria di trasformazione	450	tuberi fogliame	135	68	225	9	120	90	410	20
	180		25	9	117	6				
	Totale		160	77	342	15				
Patate precoci e da seme	250	tuberi fogliame	58	38	125	5	100	70	320	20
	200		66	14	140	11				
	Totale		124	52	265	16				
Bietole da zucchero	650	radici foglie + colletti	137	52	169	21	100	95	330	55
	500		150	43	300	35				
	Totale		287	95	469	56				
Bietole da foraggio	160 ³	radici foglie + colletti	176	80	288	21	100	110	400	55
	400		140	32	280	36				
	Totale		316	112	568	57				
Oleaginose e piante destinate alla produzione di fibre										
Colza autunnale	35	granella paglia	105	56	34	9	140	80	140	20
	65		49	23	104	10				
	Totale		154	79	138	19				
Colza primaverile	25	granella paglia	75	40	24	7	120	60	95	15
	45		34	16	72	7				
	Totale		109	56	96	14				
Girasole	30	granella paglia	95	33	25	9	60	50	400	55
	60		54	16	369	45				
	Totale		149	49	394	54				
Canapa da olio	13	granella paglia	60	33	14	7	60	55	100	15
	60		54	24	84	9				
	Totale		114	57	98	16				
Canapa da fibra ⁴	100	steli foglie e granella	30	30	90	5	100	90	200	25
	40		110	60	110	20				
	Totale		140	90	200	25				

Tabella 2: Continua

Coltura	Rese (q/ha) ¹	Prodotto	Asportazioni tramite i raccolti (kg/ha)				Norme di concimazione (kg/ha)			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Lino da olio	20	granella paglia	109	24	19	1	80	35	65	5
	15		13	45	2					
	Totale		124	37	64	3				
Lino da fibra	45	paglia granella	45	32	90	9	60	50	105	10
	15		82	18	14	1				
	Totale		127	50	104	10				
Miscanto	200 ³	pianta intera	42	19	112	5	30	20	110	5
Kenaf	50 ³	pianta intera	100	60	80	10	70	60	80	10
Leguminose da granella										
Piselli proteici	50	granella paglia	175	50	60	6	0	90	170	20
	50		100	38	80	11				
	Totale		275	88	140	17				
Favino	40	granella paglia	160	56	56	10	0	70	175	25
	45		135	16	90	15				
	Totale		295	72	146	25				
Soia	25	granella paglia	150	35	48	7	0	65	150	25
	25		88	31	75	16				
	Totale		238	66	123	23				
Lupino dolce	30	granella paglia	165	30	41	6	0	40	120	20
	30		105	12	60	12				
	Totale		170	42	101	18				
Ortaggi da pieno campo										
Cavolo per crauti	800	cavoli residui	136	60	200	24	200	60	250	40
	400		56	20	96	14				
	Totale		192	80	296	38				
Cavolo di Bruxelles	120	cavoli residui	78	23	60	10	160	60	220	30
	140		126	56	196	18				
	Totale		204	79	256	28				
Cicoria belga - indivia	400	radici residui	88	48	184	28	0	50	150	30
	300		54	11	108	20				
	Totale		142	59	292	48				
Carote da conserva	600	radici residui	66	36	222	9	120	60	220	30
	300		71	20	156	9				
	Totale		137	56	378	18				
Piselli da conserva	65	granella residui	72	20	26	3	0	55	210	20
	300		120	33	150	15				
	Totale		192	53	176	18				
Fagioli per la trasformazione industriale	90	fagioli residui	36	10	28	2	0	40	150	10
	300		195	30	123	5				
	Totale		231	40	151	7				
Cipolle	500	bulbi residui	120	45	165	25	100	60	200	30
	0 ⁵		0	0	0	0				
	Totale		120	45	165	25				
Spinaci	120	foglie residui	138	25	94	16	140	30	140	20
	20		40	6	48	6				
	Totale		178	31	142	22				
Sovesci / colture intercalari										
Sovescio con leguminose	25 ³		70	25	90	5	0	0	0	0
Sovescio senza leguminose	25 ³		70	25	90	5	30 ⁶	0	0	0
Colture intercalari (ad ogni utilizzazione)	25 ³		70	25	90	5	30	20	60	10
Altre colture										
Tabacco Burley	25 ³	foglie steli	75	18	125	7	170	40	260	15
	30 ³		69	22	135	6				
	Totale		144	40	260	13				
Tabacco Virginie	25 ³	foglie steli	63	14	119	5	0	35	245	15
	25 ³		25	21	125	10				
	Totale		88	35	244	15				
Colture che non figurano nella lista							80 ⁷	60	120	10

¹ Alla raccolta, con un tenore d'acqua medio usuale.

² Dati validi per dei cereali panificabili rispettivamente per determinate popolazioni di segale invernale. Per il frumento da foraggio e gli ibridi di segale autunnale con rese nettamente più elevate occorre aumentare la norma per N, P, K e Mg di circa il 20%.

³ Resa in sostanza secca.

⁴ A seconda dell'epoca di raccolta e della tecnica impiegata per effettuarla, si raccoglie la pianta intera o solamente lo stelo.

⁵ Dopo essiccazione sul campo si raccoglie la pianta intera.

⁶ Come concimazione "starter" per accrescere la concorrenzialità.

⁷ Unicamente per le non leguminose; le leguminose non ricevono alcuna concimazione azotata.

3.3. Foraggicoltura

Prati e pascoli sono associazioni vegetali composte da una moltitudine di specie di valore agronomico variabile. Nei prati naturali, dove le graminacee rappresentano una percentuale dal 50 fino al 70%, le leguminose dal 10 al 30% e le altre essenze dal 10 al 30%, si ottiene un foraggio abbondante di ottima qualità. Le specie di erbe presenti in un prato hanno esigenze diverse, per quanto riguarda le condizioni di crescita e reagiscono spesso in modo differenziato a seconda del metodo di sfruttamento.

Per conseguire e mantenere nel tempo una buona composizione botanica e nel contempo evitare la proliferazione di specie indesiderate occorre adeguare il livello di concimazione all'intensità di utilizzazione (figura 4). Lo sfruttamento deve perciò conformarsi alle condizioni naturali vigenti in loco. Se queste non sono sufficienti a favorire lo sviluppo di buone piante foraggere (clima rude, esposizione a Nord, suolo pesante, parcella poco soleggiata, suolo superficiale) si sconsiglia di condurre uno sfruttamento intensivo.

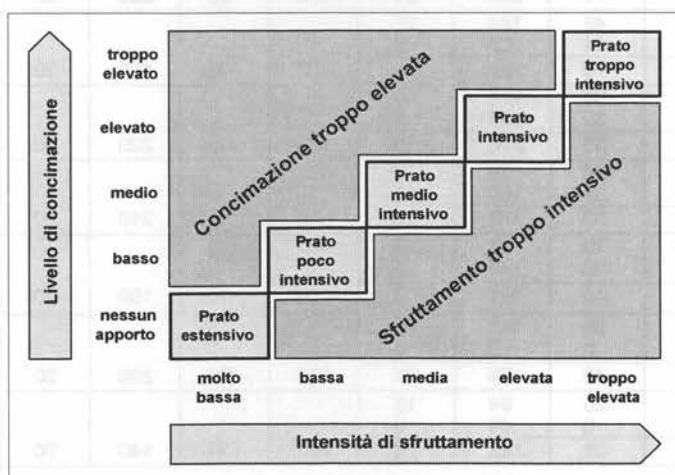


Figura 4. Intensità di gestione dei prati in funzione dello sfruttamento e della concimazione (in particolare la concimazione azotata).

La concezione per la concimazione in foraggicoltura si differenzia da quella per le altre colture. Essa infatti non prende in considerazione unicamente le asportazioni di elementi nutritivi da parte delle piante e i contenuti presenti nel suolo ma considera soprattutto la composizione botanica e parzialmente anche il contenuto di sostanze minerali nel foraggio. Si tenga inoltre presente che le colture foraggere sono fertilizzate principalmente con concimi aziendali che contengono gran parte degli elementi nutritivi asportati dai foraggi. Talvolta errori dovuti a conduzioni inadeguate si ripercuotono negativamente solo dopo anni.

Il miglioramento di prati degenerati risulta estremamente difficile, lungo e complicato. La tabella 3 contiene le asportazioni di azoto, fosforo, potassio e magnesio nonché le norme di concimazione per prati e pascoli secondo l'intensità di sfruttamento. Le indicazioni della tabella sono valide sia per i prati permanenti che per quelli artificiali (erbai). È importante scegliere correttamente il tipo ed il grado di sfruttamento.

Il foraggio vecchio (sfruttamento estensivo) presenta di regola tenori nutritivi inferiori rispetto al foraggio giovane (sfruttamento intensivo). Un prato intensivo, utilizzato frequentemente sottrae, per unità di resa, maggiori quantità di elementi nutritivi rispetto ad un prato sfruttato in modo meno intensivo (tab. 59).

Di conseguenza la norma di concimazione per unità di resa aumenta con l'accrescere dell'intensità di sfruttamento. Varie pubblicazioni edite dalle Stazioni federali, dall'APF (Associazione per il promuovimento della foraggicoltura), da SRVA (Service romand de vulgarisation agricole) e dai Servizi cantonali facilitano la classificazione dei tipi più importanti di prati e pascoli. Le esportazioni e le norme di concimazione contenute alla tabella 3 si riferiscono alle produzioni ivi indicate. Queste ultime diminuiscono con l'aumentare dell'altitudine (accorciamento del periodo vegetativo). Si tenga presente che con il pascolo le perdite di foraggio sono maggiori (resti di pascolo) che non il ricovero del foraggio dopo lo sfalcio.

In condizioni di crescita del foraggio particolarmente favorevoli si ottengono produzioni superiori al valore indicato, soprattutto su determinati tipi di prati artificiali (erbai). Se al contrario l'insolazione è insufficiente (esposizione a Nord, prossimità del margine del bosco, ecc.) oppure le piante soffrono periodicamente di carenza o eccessi d'acqua (suoli superficiali e leggeri, suoli pesanti e compattati, precipitazioni troppo esigue o troppo abbondanti) si ottengono produzioni annuali ridotte. Le rese produttive figuranti nella tabella 3 sono indicative e non tengono conto delle condizioni specifiche di ogni azienda. Pertanto si consiglia di verificarle a livello aziendale, basandosi sul consumo annuale di foraggio da parte del bestiame. Per il pascolo la resa consumata può essere stimata nel modo seguente:

Resa consumata (q SS/ha) =

{Densità di carico (UBG/ha) x Durata del periodo di pascolamento (giorni) x Consumo giornaliero medio al pascolo kg SS/UBG/giorno } : 100

La densità di carico corrisponde al numero di unità di bestiame grosso per ettaro (UBG / ha) che si mantiene contemporaneamente sul pascolo. La durata del periodo

di pascolamento corrisponde al numero totale dei giorni di pascolo nel corso dell'anno sull'appezzamento di terreno considerato. Il consumo giornaliero medio per UBG al pascolo varia secondo la quantità di foraggio disponibile sulla superficie pascolata, l'importanza del foraggiamento in stalla nonché la produttività degli animali. In condizioni di offerta foraggera sufficiente e di durata giornaliera del pascolo abbastanza lunga il consumo può arrivare a 16 – 17 kg di sostanza secca (SS) al giorno.

Mediante si considera un consumo medio giornaliero di 15 kg (SS) per UBG. Se le rese ottenute si scostano molto da quelle figuranti nella tabella 3, si devono correggere le norme di concimazione.

A questo scopo si utilizzano le indicazioni della tabella 3 relative alla concimazione con fosfato, potassa e magnesio per unità di resa, in relazione ai vari tipi di prati e pascoli. Le norme di concimazione per prati e pascoli sono spesso inferiori rispetto alle esportazioni, in particolare per:

l'azoto: le norme sono nettamente inferiori alle asportazioni poiché le piante, oltre alle concimazioni, dispongono anche di altre fonti di approvvigionamento azotate: fissazione biologica da parte delle leguminose, mineralizzazione della sostanza organica del suolo, deposizione atmosferica.

il potassio: le norme sono inferiori ai prelievi poiché il tenore reale delle superfici foraggere (media svizzera 30 g K/kg SS) supera molto spesso il tenore desiderato (max 20 g K/kg SS) per mantenere una composizione botanica equilibrata, assicurare una buona crescita delle piante e preservare la salute degli animali. I tenori elevati osservati nelle superfici foraggere sono generalmente dovuti ad una disponibilità eccessiva di potassio nel suolo nonché ad un consumo di lusso da parte delle piante. La norma relativa al tenore di potassio nei concimi aziendali si basa sul contenuto medio reale degli erbai (30 g K/kg SS). In tal modo i concimi aziendali apportano spesso quantitativi di potassio che eccedono il fabbisogno effettivo di prati e pascoli. In simili situazioni bisogna spargere i concimi aziendali in funzione del loro tenore in azoto e fosforo rinunciando a concimare con concimi minerali potassici;

prati estensivi e poco intensivi: per preservare la diversità botanica di queste superfici prative gli apporti fertilizzanti devono essere inferiori alle asportazioni. Gli elementi fertilizzanti mancanti sono prelevati dalle riserve del suolo;

pascoli: gli apporti fertilizzanti sono inferiori alle quantità contenute nel foraggio consumato dagli animali poiché questi ultimi, durante il pascolo, restituiscono direttamente sostanze fertilizzanti al suolo.

Le norme riferite al pascolo (senza sfalcio) indicate alla tabella 3 tengono conto delle restituzioni in elementi fertilizzanti tramite le deiezioni degli animali. Queste ultime dipendono soprattutto dalla durata del pascolo giornaliero, dalla tecnica di pascolazione nonché dalla quota di razione consumata al pascolo. Riguardo al pascolo intensivo e semi-intensivo la tabella 3 indica due norme di concimazione.

La prima è valida per il **pascolo combinato con la stabulazione** dove gli animali si nutrono per lo più al pascolo (ad esempio: fabbisogno alimentare giornaliero coperto al 50% con il pascolo durante 5 a 6 ore giornaliere oppure una copertura quasi integrale con il pascolo per un massimo di 12 ore al giorno).

La seconda norma è valida per il **pascolo senza stabulazione** (gli animali si nutrono esclusivamente al pascolo dove soggiornano in permanenza, salvo eventuale durante la mungitura delle vacche da latte).

In caso di pascolazione senza detenzione in stalla la maggior parte degli elementi fertilizzanti ingeriti dagli animali viene nuovamente espulsa sulla superficie pascolata (le esportazioni sono minime). Tuttavia le norme di concimazione non vengono ridotte proporzionalmente all'incremento delle deiezioni sul pascolo. Si tenga conto che quando gli animali non soggiornano al pascolo unicamente per nutrirsi la ripartizione delle deiezioni solide e dell'urina è meno regolare. Le superfici che non sono prioritariamente destinate al foraggiamento del bestiame (ad es. superfici per il libero accesso ed attigue alla stalla) non devono essere concimate poiché le deiezioni coprono il fabbisogno delle piante.

Per le superfici pascolate occasionalmente (sfalcio - pascolo), si deducono dalla norma per i prati da sfalcio le restituzioni animali durante il pascolo, queste ultime vengono valorizzate dalle piante. La tabella 4 indica le restituzioni dovute al pascolo per fosfato, potassa e magnesio a dipendenza dell'intensità di sfruttamento e della tecnica di pascolo. Queste deduzioni si riferiscono ad uno sfruttamento medio del pascolo (rendimento consumato di circa 15 q SS/ha che corrisponde al consumo giornaliero di circa 100 UBG per ettaro che mangiano 15 kg SS per capo).

Tabella 3. Asportazioni annue in azoto, fosforo, potassio e magnesio e norme di concimazione per prati (naturali e artificiali) e pascoli secondo l'intensità di sfruttamento e l'altitudine (note pag. 15).

Intensità di sfruttamento	Altitudine ¹	Rese per anno ³	Asportazioni di sostanze nutritive ⁴				Norme di concimazione			
	(m.s.m.)		(q SS/ha)	(kg/ha)				(kg/q SS)		
Numero di utilizzazioni resp. di turni per anno ²			N	P ₂ O ₅	K ₂ O ⁵	Mg	N ⁶	P ₂ O ₅	K ₂ O ⁷	Mg
PRATI										
intensivo^{8,9}							1,0-1,3	0,8	2,4	0,3
- 5 o 6 utilizzazioni ¹⁰	< 600	135	330	108	430	34	150-180	110	325	40
- 5 utilizzazioni	< 700	115	280	92	370	29	130-150	90	275	35
- 4 utilizzazioni	600-1100	100	245	80	320	25	100-130	80	240	30
- 3 utilizzazioni	1000-1500	80	195	64	255	20	70-100	65	190	25
- 2 utilizzazioni	> 1400	55	135	44	175	14	50-70	45	130	15
medio intensivo^{8,9}							0,8-1,1	0,7	1,9	0,25
- 4 utilizzazioni	< 700	100	195	75	270	23	80-110	70	190	25
- 3 utilizzazioni	600-1100	75	145	56	205	17	60-80	50	145	20
- 2 utilizzazioni	1000-1500	50	100	38	135	12	40-60	35	95	15
- 1-2 utilizzazioni	> 1400	35	70	26	95	8	30-40	25	65	10
poco intensivo⁸ (prati da fieno ricchi in specie)							0,4-0,7	0,6	1,5	0
- 3 utilizzazioni	< 700	65	105	44	145	14	25-40	40	95	0
- 2 utilizzazioni	600-1100	50	80	34	115	11	20-30	30	75	0
- 1-2 utilizzazioni	1000-1500	35	55	24	80	7	15-25	20	50	0
- 1 utilizzazione	> 1400	25	40	17	55	5	10-20	15	35	0
estensivo (prati magri, prati da stame)							0	0	0	0
- 1 utilizzazione	-	10-30	15-40	5-20	20-60	2-6	0	0	0	0
COLTURE INTERCALARI, SEMINE ESTIVE							0,7-1,2	0,8	2,4	0,4
- per ogni utilizzazione		25	70	25	90	5	30	20	60	10
PRODUZIONE DI SEMENTI							0-1,9	0,7	1,9	0,25
- Leguminose pure		120	360	84	330	23	0	80	230	25
- Graminacee pure		120	228	90	318	26	170-230	85	225	30
PASCOLI¹¹										
intensivo^{13,14} (> 3 UBG/ha per durata di pascolo)¹²							1,0-1,4	0,53/0,37	1,06/0,32	0,20/0,20
- 5-7 turni	< 700	100	270	85	355	25	100-140	55/35	105/30	20/20
- 4-6 turni	600-1100	85	230	72	300	21	80-120	45/30	90/25	15/15
- 3-5 turni	1000-1500	70	190	60	250	18	60-100	35/25	75/20	15/15
medio int.¹³ (2-3 UBG/ha per durata di pascolo)¹²							0,7-1,0	0,48/0,33	0,80/0,24	0,15/0,15
- 4-5 turni	< 700	85	185	68	260	20	60-75	40/30	65/20	15/15
- 3-4 turni	600-1100	65	140	52	200	15	45-60	30/20	50/15	10/10
- 2-3 turni	1000-1500	40	90	32	120	9	30-45	20/15	35/10	5/5
- 1-3 turni	> 1400	30	65	24	90	7	15-30	15/10	25/5	5/5
poco int. (1-2 UBG/h per durata di pascolo)¹²							0	0,4	0,4	0
- 2-4 turni	< 700	50	90	36	130	11	0	20	20	0
- 2-3 turni	600-1100	40	70	29	100	8	0	15	15	0
- 1-3 turni	1000-1500	30	50	22	75	6	0	10	10	0
- 1-2 turni	> 1400	20	35	15	50	4	0	10	10	0
estensivo (< 1,0 UBG/ha per durata di pascolo)¹²							0	0	0	0
- 1-2 turni	-	10-25	15-40	5-15	25-55	2-5	0	0	0	0

Tabella 3. Continuazione: Note / Spiegazioni

- ¹ Le indicazioni altimetriche sono valide per le Prealpi e le Alpi ; nel Giura dove vige un clima più rude, le fasce altimetriche devono essere abbassate ed assumono rispettivamente i seguenti valori : < 600, 600-900, 900-1300, > 1300 m.
- ² L'ultimo pascolo in autunno non conta come utilizzazione se la resa è inferiore a 10 q SS/ha.
- ³ Le rese corrispondono alla quantità di foraggio raccolto o consumato dagli animali al pascolo; per i prati da sfalcio si sono dedotte le perdite sul terreno ma non le perdite di conservazione (insilato, nell'essicatoio o in mucchio).
- ⁴ Per i prati si tratta di asportazioni medie, calcolate in base alla resa effettiva e al valore mediano dei contenuti indicati nella tabella 59. In realtà queste asportazioni possono variare considerevolmente; per i pascoli corrispondono alle quantità medie di elementi nutritivi ingerite dagli animali con il foraggio.
- ⁵ Le asportazioni di potassio sono chiaramente superiori alle norme di concimazione. Ciò è dovuto al fatto che molte aziende hanno troppo potassio all'interno del loro ciclo degli elementi nutritivi. Questa situazione indesiderata è da imputare a degli apporti massicci eseguiti in passato.
- ⁶ La concimazione azotata di prati e pascoli avviene con degli apporti regolari, frazionati per ogni utilizzo (vedi tabella 27). Le miscele a base di erba medica o trifoglio violetto (tipo L risp. tipo M) con una presenza sufficiente di leguminose non ricevono nessun apporto d'azoto.
- ⁷ Apporti di potassio superiori a circa 200 kg K₂O/ha sotto forma di concimi minerali devono venir suddivisi in due frazioni (p. es. al risveglio vegetativo e dopo la prima o seconda utilizzazione).
- ⁸ Nel caso dell'alternanza sfalcio-pascolo, bisogna eseguire per ogni pascolo delle deduzioni dalle norme di concimazione secondo le indicazioni della tabella 4.
- ⁹ La concimazione con fosforo, potassio e magnesio di prati artificiali con erba medica o trifoglio violetto avviene secondo le norme per prati sfruttati in modo intensivo, anche se dalla frequenza di utilizzazioni potrebbero venir classificati come prati sfruttati in modo medio intensivo.
- ¹⁰ Queste indicazioni sono valide soprattutto per i prati a loglio italico.
- ¹¹ Le norme di concimazione per i pascoli includono già le deduzioni dovute al pascolo.
- ¹² Il numero di "UBG per ettaro e per la durata del pascolo" (carico medio) permette di valutare l'intensità media di sfruttamento delle superfici pascolate, nella misura in cui l'apporto di foraggi supplementari in stalla sia nullo o estremamente limitato. A seconda delle condizioni del luogo, l'intensità di sfruttamento può variare fortemente da una parcella all'altra, per cui la concimazione deve essere adattata alla situazione specifica.
- ¹³ Le norme di concimazione per pascoli sfruttati in modo medio intensivo e intensivo sono valide per un pascolo parziale e un pascolo integrale con stabulazione (primo valore) oppure per un pascolo integrale senza stabulazione (secondo valore).
- ¹⁴ Le norme di concimazione sono anche valide per il pascolo intensivo continuo (senza turni).

Tabella 4. Deduzioni dalle norme di concimazione di fosforo, potassio e magnesio per ogni pascolo su prati con sfruttamento da medio intensivo a intensivo (alternanza sfalcio – pascolo) Queste deduzioni sono valide per un pascolo medio, equivalente a circa 15 q SS/ha (resa consumata) o 100 UBG giorni/ha.

Intensità di sfruttamento	Sistema di pascolo ¹	Deduzioni per ogni utilizzazione come pascolo ²			
		(kg/ha)			
		N ³	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
intensivo	Pascolo con stabulazione	-	5,5	27	2,0
	Pascolo senza stabulazione	-	8,5	43	3,0
medio intensivo	Pascolo con stabulazione	-	4,5	23	1,5
	Pascolo senza stabulazione	-	6,5	32	2,0
poco intensivo	Tutti i sistemi	-	4,0	20	-

- ¹ Le differenti tecniche di pascolo sono descritte al capitolo 3.3.
- ² L'ultimo turno di pascolo in autunno non conta come utilizzazione se la resa è inferiore a 10 q SS/ha.
- ³ Le deduzioni per l'azoto sono già incluse nelle norme di concimazione (tab. 31).

Tabella 5. I principali metodi d'analisi delle Stazioni Federali di Ricerche Agronomiche per un'ottimale concimazione in coltura.

La descrizione dettagliata è contenuta nei metodi di riferimento delle Stazioni Federali di Ricerche Agronomiche

Prelevamento		Prepara- zione	Criterio d'analisi (elemento nutritivo risp. caratteristica del suolo)	Soluzione per l'estrazione risp. procedimento	Rappor- to fra terreno e soluzio- per l'estra- zione	Durata per l'agitazione risp. per l'estrazione	Unità di misura del risultato dell'analisi	Definizione dell'unità di misura. Calcolo
Epoca	Pro- fondi- tà							
Intervallo fra la raccolta dell'ultima coltura e la conci- mazione della seguente. Preferi- bilmente sempre nella medesima posizione nella rotazione colturale	0-10 cm su prati natu- rali risp. 0-20 cm su prati artifi- ciali	Essica- re a 40 °C e setac- ciare a 2 mm	P	H ₂ O satura di CO ₂	1 : 2,5	1 ora	indice	1 indice P = 0,0356 mg P ₂ O ₅ per 100 g di terra
			K	H ₂ O satura di CO ₂	1 : 2,5	1 ora	indice	1 indice K = 1 mg K ₂ O per 100 g di terra
			Mg	0,0125-n CaCl ₂	1 : 10	2 ore	indice	1 indice Mg = 1 mg Mg per 100 g di terra
			Mn (scambiabile)	1-n acetato d'ammonio	1 : 10	30 min.	ppm	mg Mn per kg di terra
			Mn (facilmente riducibile)	1-n acetato d'ammonio + idrochinino	1 : 10	30 min.	ppm	mg Mn per kg di terra
			B	acqua calda	1 : 5	5 min. (condensatore a riflusso)	ppm	mg B per kg di terra
			H ⁺	acqua distillata	1 : 2,5	12 ore	valore pH	
			CaCO ₃	HCl concentrato (diluizione 1:1)			%	g CaCO ₃ per 100 g di terra
			P, K, Mg	0,5-n acetato di ammonio + 0,5-n acido acetico + 0,025-n EDTA	1:10	1 ora	ppm	mg P / kg di terra mg K / kg di terra mg Mg / kg di terra
			Granulometria ¹ - Argilla - Silt - Sabbia	sedimentazione sedimentazione calcolo			% % %	g per 100 g di terra g per 100 g di terra g per 100 g di terra
			Humus ¹	calcinazione umida con K ₂ Cr ₂ O ₇ ; titrazione			% di C org.	% humus = % C. org. x 1,725
			Tipo di terreno (stima della tessitura)	Prova tattile			% humus % argilla % silt	
			Capacità di scambio cationico (CSC) su terreni con valori pH(H ₂ O) < 6,0					
			K ⁺ , Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺ , Na ⁺	0,05-n HCl + 0,0125-n H ₂ SO ₄	1 : 4	5 min.	meq	CSC = meq (H ⁺ + K ⁺ + Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ + Na ⁺) per 100 g di terra
			H ⁺	Differenza pH	1 : 1		meq	
			Capacità di scambio cationico (CSC) su terreni con valori pH(H ₂ O) > 5,9					
			K ⁺ , Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺ , Na ⁺	0,1-n cloruro di bario + 2-n trietanolamina	1 : 25	lasciare ripo- sare per 15 ore poi agitare per 1 ora	meq	CSC = meq (H ⁺ + K ⁺ + Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ + Na ⁺) per 100 g di terra
			H ⁺	titrazione			meq	
			Tasso di saturazione in basi (SB)				%	SB = meq (K ⁺ + Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ + Na ⁺) * 100 / CSC
Poco prima della conci- mazione (pri- mavera, maggio, giugno)	0-90 cm (0-30, 30-60, 60-90)	Setac- ciare (10 mm) con l'umidità naturale (raffred- dato)	NO ₃ -N + NH ₄ -N	0,0125-n CaCl ₂	1 : 4	1 ora	kg N per ha	

¹ Granulometria della terra fine minerale: la somma delle percentuali di argilla, silt e sabbia è 100 %
Granulometria della terra fine: la somma delle percentuali di argilla, silt, sabbia e humus è 100 %

4. CONTENUTO NUTRITIVO E PROPRIETÀ DEL SUOLO

Una concimazione mirata deve tenere in considerazione, oltre ai fabbisogni nutritivi della pianta, anche le diverse proprietà del suolo. Queste ultime sono rilevabili mediante periodiche analisi del suolo (in campicoltura ogni 3-4 anni, in foraggicoltura ogni 4-6 anni). Le analisi servono a ottimizzare le concimazioni future ma anche per controllare il risultato di precedenti interventi di concimazione. La documentazione concernente la procedura per il corretto prelievo dei campioni di suolo (fattore decisivo per la qualità dei risultati) è reperibile presso i laboratori d'analisi competenti, oppure presso i servizi di consulenza agricola.

Si è così in grado di seguire l'evoluzione a lungo termine dello stato di fertilità del suolo e, in modo particolare, confrontare il contenuto degli elementi nutritivi nel suolo con gli apporti di elementi fertilizzanti e le asportazioni da parte delle piante. Ciò è possibile solo se le modalità per il prelevamento dei campioni di terra (luogo, epoca nella rotazione, profondità dei prelievi, ecc.) sono scrupolosamente osservate.

I principali metodi analitici, attualmente applicati dalle Stazioni di ricerca sono riassunti nella tabella 5.

La metodologia è stata tarata nel corso di numerosi esperimenti in pieno campo sull'arco di più decenni.

La capacità di scambio cationico del suolo (capacità d'immagazzinare gli elementi fertilizzanti) è determinante per l'interpretazione dei contenuti in fosforo, potassio e magnesio. Fra capacità di scambio cationico e contenuto d'argilla nel suolo esiste una stretta relazione. È perciò sensato valutare i contenuti in fosforo, potassio e magnesio in funzione del tenore d'argilla presente nel suolo (valore stimato o risultato determinato in modo analitico).

Nei suoli con contenuto in sostanza organica superiore al 10%, le frazioni granulometriche del suolo vengono indicate quale percentuale rispetto alla terra fine (vedasi nota alla tabella 5). Questo per non incorrere in una sopravvalutazione del tasso d'argilla nei suoli umiferi. L'interpretazione dei contenuti di sostanze nutritive per questi suoli tiene in considerazione anche il contenuto di sostanza organica.

L'adattamento della norma di concimazione alle disponibilità del suolo avviene con l'aiuto di fattori di correzione.

Lo stato generale di fertilità del suolo in fosforo, potassio e magnesio viene suddiviso in 5 classi a dipendenza dei fattori di correzione (tab. 6).

Tabella 6. Valutazione generale dello stato di fertilità del suolo sulla base dei fattori di correzione descritti nelle tabelle 13 a 19.

Fattore di correzione	Valutazione	Classe di approvvigionamento
sup. a 1,4	povero	A
1,2 - 1,4	moderato	B
0,9 - 1,1	sufficiente	C
0,2 - 0,8	ricco	D
inf. a 0,2	molto ricco	E

In certi tipi di terreno risulta difficile interpretare il livello di approvvigionamento in fosforo, potassio e/o magnesio sulla base dei risultati analitici. Si fa riferimento in particolare alle seguenti combinazioni di caratteristiche pedologiche e metodi d'analisi del suolo. Col metodo di estrazione all'*acqua satura di CO₂* nei suoli con contenuto d'argilla superiore al 40%, malgrado l'aumento della concimazione durante un lungo periodo di tempo ed un normale sviluppo delle colture, vengono riscontrate solo piccole quantità di fosforo e/o potassio (classe di approvvigionamento A). In rapporto al prelievo da parte della pianta, la relazione fra l'eccedenza della concimazione applicata ed i risultati delle analisi del terreno è molto debole.

L'impiego di un agente d'estrazione acido più forte (ad es. con *acetato di ammonio + EDTA*), dal canto suo, non assicura un'interpretazione affidabile soprattutto nei *suoli calcarei* ed in parte anche in *quelli poveri d'argilla*. Questo metodo estrae infatti anche parte degli elementi non disponibili per la pianta simulando così un approvvigionamento del suolo troppo importante.

In questi casi specifici occorre far capo al prodotto d'estrazione che più si addice al tipo di suolo da analizzare. In determinate circostanze, per valutare in modo affidabile il contenuto di fosforo e/o potassio nel suolo, è raccomandabile eseguire delle analisi supplementari con un metodo analitico idoneo. Di regola in questi casi particolari potrebbe essere utile prendere contatto con le Stazioni di ricerca agronomiche.

Il contenuto in sostanza organica del suolo (humus) è suddiviso in 5 classi e può essere valutato secondo proprietà chimico - fisiche (pedologiche) oppure in base ai relativi effetti sulla dinamica dell'azoto nel suolo (agronomici) (vedere tab. 7).

Il grado di acidità del suolo viene valutato tramite il valore pH che è suddiviso in 6 classi (tab. 8). Oltre a fornire una valutazione di massima del *contenuto di calcare*, il valore pH facilita anche la scelta dei concimi più appropriati (in modo particolare i concimi fosforici).

Tabella 7. Valutazione pedologica (chimico-fisica) ed agronomica (soprattutto l'influenza sulla dinamica dell'azoto del suolo) del contenuto di humus nel suolo.

Il contenuto di humus del suolo corrisponde al carbonio legato organicamente (C) moltiplicato per 1,725.

Valutazione pedologica relativa al tipo di terreno (chimico-fisica)		Valutazione agronomica (in modo particolare riguardo alla dinamica dell'azoto)			
Contenuto di humus (%)	Designazione	Tenore in argilla del suolo (%)			Designazione
		< 15	15 - 30	> 30	
		Argilla	Argilla	Argilla	
inf. a 2	povero d'humus	< 1,2	< 1,8	< 2,5	basso / scarso
2-5	leggermente umifero	1,2 - 3,0	1,8 - 4,0	2,5 - 6,0	sufficiente / normale
5-10	umifero	3,0 - 7,0	4,0 - 8,0	6,0 - 10,0	leggermente elevato
0-20	ricco d'humus	7,0 - 20,0	8,0 - 20,0	10,0 - 20,0	elevato
sup. a 20	torboso	> 20,0	> 20,0	> 20,0	molto alto

Tabella 8. Valutazione del valore pH (reazione) e necessità di calce del suolo.

pH (H ₂ O)	Valutazione	Prova con l'acido cloridrico	Calcitazione ¹
inf a 5,3	molto acido	-	necessaria
5,3 - 5,8	acido	-	necessaria
5,9 - 6,7	leggermente acido	-	di mantenimento
6,8 - 7,2	neutro	+/-	di mantenimento
7,3 - 7,6	leggermente alcalino	+	inutile
sup. a 7,6	alcalino	+	inutile

¹ In foraggicoltura occorre tener conto della composizione botanica e del luogo.

Per poter valutare in modo affidabile il contenuto di calcare in terreni acidi e fortemente acidi, si raccomanda, in vista di ammendamenti calcarei, di determinare il tasso di saturazione in basi.

La sua interpretazione avviene secondo le indicazioni riportate nella tabella 9. In casi eccezionali (colture esigenti, elevato rischio di carenze) risulta necessaria anche la determinazione dei contenuti nel suolo di boro e manganese. L'interpretazione dei relativi valori d'analisi è specificata nella tabella 10. La determinazione del contenuto in azoto minerale del suolo ($N_{\min}$) serve ad ottimizzare la concimazione azotata in campicoltura.

Nel capitolo 7 si spiega come determinare gli apporti di azoto, in funzione del contenuto $N_{\min}$ del suolo, per le diverse colture e a seconda dell'epoca.

Il metodo $N_{\min}$ può rivelarsi utile anche per analizzare problemi ecologici. Non è comunque idoneo per

verificare a posteriori la correttezza della concimazione azotata somministrata ad una coltura, né dopo la concimazione e neppure dopo il raccolto della medesima.

Tab. 9 Valutazione del tenore calcare nel suolo in funzione del tasso di saturazione in basi.

Tasso di saturazione in basi %		Valutazione	Classe di approvvigionamento
Campicoltura e prati artificiali	Prati naturali		
< 40	< 30	molto povero	A
40 - 49	30 - 39	povero	A
50 - 59	40 - 49	moderato	B
60 - 80	50 - 80	sufficiente	C
> 80	> 80	riserve	D

Tabella 10. Valutazione del contenuto in boro e manganese nel suolo.

Boro			Manganese			
Contenuto nel suolo (ppm)	Valutazione	Classe d'approvvigionamento	Contenuto nel suolo (ppm)		Valutazione	Classe d'approvvigionamento
			scambiabile	facilmente riducibile		
< 0,6	povero	A	< 2	< 50	povero	A
0,6 - 1,5	moderato	B	< 2	> 50	povero	A
1,6 - 2,0	sufficiente	C	> 2	< 50	moderato	B
2,1 - 5,0	riserve	D	> 2	> 50	sufficiente	C
> 5,0	eccedenze	E				

5. ANALISI DI MATERIALE VEGETALE

Nel corso del periodo vegetativo, oltre all'analisi del suolo, si può, in via eccezionale e quale misura complementare per la soluzione di problemi di concimazione, procedere ad un'analisi sulle piante stesse.

In *foraggicoltura*, oltre ai risultati analitici del suolo, è spesso opportuno prendere in considerazione per il calcolo delle concimazioni anche i risultati delle analisi dei foraggi nonché la composizione botanica dei manti erbosi. In presenza di un contenuto di potassio nel suolo subottimale (fattore di correzione maggiore di 1) si raccomanda di considerare le analisi del foraggio per calcolare la concimazione potassica (cfr. tab. 14).

Le analisi del foraggio consentono pure di correggere le norme relative al potassio espulso dagli animali che consumano foraggio grossolano (cfr. nota 5 alla tab. 41) nonché il contenuto di potassio nei concimi aziendali prodotti (cfr. nota 7 alla tab. 44).

In *campicoltura* l'analisi sulle piante stesse può contribuire alla soluzione di importanti problemi di concimazione. Si precisa però che i risultati delle analisi di parti vegetali mostrano soltanto l'attuale contenuto di elementi nutritivi presenti nella pianta oppure in una determinata parte di essa. L'interpretazione dei risultati avviene con l'aiuto di prove comparative o tramite valori di riferimento provenienti dalla letteratura. L'analisi di parti vegetali non permette alcuna deduzione sulle cause di disturbi nutrizionali. Per contro può essere di prezioso aiuto per valutare l'efficacia a breve termine di un intervento di concimazione adottato. L'impiego dell'analisi di materiale vegetale (pianta intera, stelo, foglia, picciolo, ecc.) per valutare il fabbisogno in elementi nutritivi ha i seguenti

determinanti svantaggi. I risultati possono servire solo per la verifica ed eventualmente per la correzione di misure precedentemente adottate. Inoltre la concentrazione degli elementi nutritivi nelle diverse parti vegetali è soggetta a forti variazioni (a dipendenza dello stadio di sviluppo, delle condizioni meteorologiche e di crescita prima del prelievo e addirittura parzialmente del momento stesso del prelievo nel corso della giornata).

Per questi motivi i risultati delle analisi delle piante non possono venir impiegati né per l'allestimento del necessario piano di concimazione né per il calcolo della concimazione di base.

6. CONCIMAZIONE CON FOSFORO, POTASSIO E MAGNESIO

Il calcolo della concimazione con fosforo, potassio e magnesio si basa sul principio della sostituzione delle quantità di sostanze nutritive assorbite dalle piante nel caso di suoli normalmente dotati. Nella messa a punto delle norme di concimazione (tabelle 2 e 3), oltre alle asportazioni da parte delle colture, sono stati considerati anche altri fattori.

L'adattamento della norma di concimazione al contenuto di sostanze nutritive del suolo avviene mediante cosiddetti *fattori di correzione* (cap. 6.1 a 6.3). La valutazione dello stato di fertilità del terreno avviene, d'ora in poi, sulla base di due diversi sistemi d'analisi per la determinazione dei contenuti di fosforo, potassio e magnesio nel suolo.

Questi elementi possono essere estratti con il metodo "aggressivo" all'acetato di ammonio + EDTA, oppure con gli agenti estraenti "dolci" tutt'ora disponibili (acqua satura di CO₂ per P e K; cloruro di calcio per il Mg). Nel primo caso si parte dal principio che gli

elementi estratti possano venir utilizzati dalla pianta solo su un lungo lasso di tempo. I metodi d'estrazione "dolci", per contro, rilevano prevalentemente gli elementi solubili che costituiscono la parte facilmente disponibile per la pianta. Entrambi i metodi presentano vantaggi e svantaggi. A seconda del tipo di suolo presente, ciascuno di essi è più o meno valido quale base per l'allestimento di un consiglio di concimazione ottimale, sia dal punto di vista agronomico che ecologico. Nel determinare i fattori di correzione della norma di concimazione si tiene conto, allo stesso tempo, del contenuto di elementi nutritivi e del tenore d'argilla (tabelle. 13 a 19) nonché del contenuto di sostanza organica del suolo (tabella. 11)

Tabella 11. Determinazione del fattore di correzione per terreni con contenuti di humus superiore a 10%

Il contenuto di humus del suolo corrisponde al carbonio legato organicamente (C) moltiplicato per 1.725.

Contenuto di humus nel suolo (%)	Contenuto di argilla (%) nella terra fine del suolo	Utilizzare i fattori di correzione delle tabelle 13 a 19. Scegliere le colonne in funzione del contenuto di argilla sottoindicato (in luogo del contenuto effettivo d'argilla).
10 - 20	inf. a 30	10 - 15% argilla
20 - 40	inf. a 30	5 - 10% argilla
sup. a 40	-	5 - 10% argilla
-	sup. a 30	contenuto effettivo di argilla

6.1. Correzione delle norme di concimazione per fosforo, potassio e magnesio sulla base del metodo d'analisi all'acetato di ammonio + EDTA.

Di regola i risultati delle analisi del suolo sono interpretati sulla scorta di esperimenti pluriennali condotti in luoghi diversi. L'interpretazione affidabile dei risultati delle analisi del suolo è fondata su criteri determinanti quali la relazione fra i contenuti del suolo e quelli della pianta nonché la reazione della pianta alla concimazione. Per quanto riguarda il metodo d'estrazione all'acetato di ammonio + EDTA, le ricerche in tal senso si trovano in uno stato molto avanzato. Finora però, da questi studi, non è stato

possibile derivare fattori di correzione conformi. Pertanto la presentazione dei fattori di correzione relativi a questo metodo si basa su confronti con l'interpretazione del metodo CO_2 (P, K) rispettivamente del metodo CaCl_2 (Mg). A questo proposito sono state utilizzate circa 1'300 parcelle arate nonché alcune parcelle prative sparse su tutta la Svizzera. Pertanto le argomentazioni che seguono si riferiscono in massima parte alla campicoltura. I rilevamenti isolati eseguiti in foraggicoltura indicano che il consiglio di concimazione sulla base dei risultati ottenuti con il metodo all'acetato di ammonio + EDTA, comporta ancora un certo grado d'insicurezza.

Di conseguenza, nell'allestimento del consiglio di concimazione su parcelle specifiche adibite alla foraggicoltura, si consiglia di utilizzare il metodo CO_2 .

In seguito alle diverse proprietà degli agenti estraenti, la concordanza nell'interpretazione dei risultati di entrambi i metodi d'analisi dipende fortemente dalle caratteristiche del suolo (tabella. 12). Per quanto riguarda i fosfati le maggiori variazioni si annoverano fra i suoli pesanti calcarei (valore pH > 7,2, tenore d'argilla > 30%). Per il magnesio le differenze più grandi fra i due metodi estrattivi appaiono nei suoli molto calcarei (pH > 7,6). Questa discordanza non può venir attenuata nemmeno sottoponendo questi due gruppi di suoli ad un trattamento speciale. L'eliminazione dei dati riferiti a queste due categorie pedologiche consente però di giungere ad una concordanza soddisfacente, vale a dire ad un consiglio di concimazione analogo nella grande maggioranza dei casi. Qualora in casi particolari vi siano differenze importanti nel consiglio di concimazione, si raccomanda di prendere in considerazione le analisi del suolo precedenti nonché le pratiche di concimazione degli ultimi anni. L'adattamento della norma di concimazione alle riserve di sostanze nutritive del suolo su ciascuna parcella avviene, con l'aiuto dei fattori di correzione, in funzione del contenuto d'argilla e dei contenuti di P, K e Mg, riportati nelle tabelle 13 a 15.

Per i suoli con un contenuto di sostanza organica superiore al 10% bisogna far uso delle indicazioni riportate nella tabella 11. I fattori di correzione rilevati di volta in volta devono essere considerati per la concimazione di ogni coltura su una determinata parcella e sono validi fino alla prossima analisi del suolo.

Tabella 12. Deviazione dei fattori di correzione ottenuti con il metodo all'acetato di ammonio + EDTA da quelli con i metodi CO₂ o CaCl₂.

Elemento	Suoli	Numero	Deviazione dei fattori di correzione del metodo all'acetato di ammonio + EDTA rispetto ai metodi CO ₂ risp. CaCl ₂ (quota dei campioni in %)		
			più di -0,2	0 ± 0,2	più di +0,2
P	tutti	1390	14	70	16
	argilla < 10%	61	22	66	12
	argilla 10 - 30%	1162	13	72	15
	argilla > 30%	167	17	63	20
	pH < 6,8	293	5	80	15
	pH 6,8 - 7,2	175	20	70	10
	pH > 7,2	495	18	65	17
K	tutti	1390	9	80	11
	argilla < 10%	61	41	59	0
	argilla 10 - 30%	1162	7	82	11
	argilla > 30%	167	1	82	17
	pH < 6,8	293	15	81	4
	pH 6,8 - 7,2	175	6	85	9
	pH > 7,2	495	3	76	21
Mg	tutti	1390	22	73	5
	argilla < 10%	61	22	71	7
	argilla 10 - 30%	1162	19	76	5
	argilla > 30%	167	38	60	2
	pH < 6,8	293	2	96	2
	pH 6,8 - 7,2	175	6	86	8
	pH > 7,2	495	57	41	2

Tabella 13. Fattori di correzione della norma di concimazione per il fosforo secondo il tenore in P (mg P/kg, metodo all'acetato di ammonio + EDTA) e il contenuto di argilla del suolo, per terreni con contenuti di humus inferiori a 10%, quelli con contenuto d'argilla inferiore a 30% e per terreni privi di calcare con più del 30% di argilla.

Per suoli calcarei (pH>7,2) con contenuto di argilla >30%, si consiglia di utilizzare il metodo CO₂.

Per prati poco intensivi, il fattore massimo di correzione è 1,0.

AAE10-P (mg P/kg)	Contenuto d'argilla nella terra fine del suolo (%)									
	0-4,9	5-9,9	10-14,9	15-19,9	20-24,9	25-29,9	30-34,9	35-39,9	40-44,9	≥45
0 - 9,9	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3
10 - 14,9	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3
15 - 19,9	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3
20 - 24,9	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2
25 - 29,9	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2
30 - 34,9	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
35 - 39,9	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,0
40 - 44,9	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0
45 - 49,9	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0
50 - 54,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
55 - 59,9	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
60 - 64,9	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8
65 - 69,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8
70 - 74,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,6
75 - 79,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6
80 - 84,9	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,4
85 - 89,9	1,0	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4
90 - 94,9	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,2
95 - 99,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2
100 - 104,9	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0
105 - 109,9	0,6	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0	
110 - 114,9	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0		
115 - 119,9	0,4	0,2	0,2	0,2	0	0				
120 - 124,9	0,2	0,2	0	0						
125 - 129,9	0,2	0								
≥ 130	0									

Tabella 14: Fattori di correzione della norma di concimazione per il potassio secondo il tenore in K (mg K/kg), metodo all'acetato di ammonio + EDTA) e il contenuto di argilla del suolo per terreni con contenuti di humus inferiori a 10%.

Per prati intensivi e medio intensivi il fattore massimo di correzione è 1,2 mentre per i prati poco intensivi il fattore massimo di correzione è 1,0. Nei prati medio intensivi e intensivi con contenuti di K nel foraggio superiori a 25 g K/kg SS, il fattore massimo di correzione è 1,0.

AAE10-K (mg K/kg)	Contenuto d'argilla nella terra fine del suolo (%)									
	0-4,9	5-9,9	10-14,9	15-19,9	20-24,9	25-29,9	30-34,9	35-39,9	40-44,9	≥45
0 - 39,9	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2
40 - 59,9	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,0
60 - 79,9	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0
80 - 99,9	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0
100 - 119,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
120 - 139,9	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8
140 - 159,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8
160 - 179,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8
180 - 199,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6
200 - 219,9	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6
220 - 239,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6
240 - 259,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4
260 - 279,9	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4
280 - 299,9	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,2
300 - 319,9	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2
320 - 339,9	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0
340 - 359,9	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0	
360 - 379,9	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0		
380 - 399,9	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0			
400 - 419,9	0,2	0,2	0	0						
≥ 420	0	0								

Tabella 15. Fattori di correzione della norma di concimazione per il magnesio secondo il tenore in Mg (mg Mg/kg, metodo all'acetato di ammonio + EDTA) e il contenuto di argilla del suolo, per terreni con meno di 10% di humus e valore pH ≤ 7,6.

Per suoli con valore pH superiore a 7,6, si consiglia di utilizzare il metodo CaCl₂.

Per prati poco intensivi, il fattore massimo di correzione è 1,0.

AAE10-Mg (mg Mg/kg)	Contenuto d'argilla nella terra fine del suolo (%)									
	0-4,9	5-9,9	10-14,9	15-19,9	20-24,9	25-29,9	30-34,9	35-39,9	40-44,9	≥45
0 - 49,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,6	1,6
50 - 74,9	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,6
75 - 99,9	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,4
100 - 124,9	0,8	0,8	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4
125 - 149,9	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,4
150 - 174,9	0,4	0,4	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2
175 - 199,9	0,4	0,4	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2
200 - 224,9	0,2	0,2	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2
225 - 249,9	0,2	0,2	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0
250 - 274,9	0	0	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0
275 - 299,9			0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0
300 - 324,9			0,2	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0
325 - 349,9			0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8
350 - 374,9			0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8
375 - 399,9			0	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,6
400 - 424,9				0	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6
425 - 449,9					0	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4
450 - 474,9						0	0,2	0,2	0,2	0,4
475 - 499,9							0	0,2	0,2	0,2
500 - 524,9								0	0,2	0,2
525 - 549,9									0	0,2
≥ 550										0

6.2. Correzione delle norme di concimazione per fosforo e potassio sulla base del metodo d'estrazione all'acqua satura di CO₂

L'adattamento della norma di concimazione alle riserve di sostanze nutritive del suolo di ciascuna particella, in base al metodo CO₂, avviene con l'aiuto dei fattori di correzione, in funzione dei contenuti di P rispettivamente di K nonché del contenuto d'argilla del suolo, riportati nelle tabelle 16 a 18. Questi fattori di correzione sono validi per la maggior parte dei terreni con un contenuto di humus inferiore al 10% dell'Altopiano svizzero, delle Prealpi e del Giura. Per terreni con un contenuto di humus superiore al 10% bisogna far uso delle indicazioni riportate nella tabella 11. I terreni "siltosi" originati dalla disgregazione dei calcescisti dei Grigioni (Bündnerschiefer) così come i terreni sabbiosi e acidi del canton Ticino richiedono una valutazione

speciale per il fosforo: i relativi fattori di correzione sono contenuti nella tabella 17. I fattori di correzione rilevati di volta in volta devono essere considerati per la concimazione di ogni coltura e sono validi fino alla prossima analisi del suolo.

6.3. Correzione della norma di concimazione per il magnesio con il metodo di estrazione al CaCl₂

L'interpretazione dei risultati analitici come pure la correzione della norma di concimazione avvengono, analogamente alla concimazione potassica, in funzione del contenuto d'argilla nel suolo (tabella 19).

Date le caratteristiche dell'agente estraente (soluzione di scambio) l'approvvigionamento ottimale del suolo (fattore di correzione 1.0) sale con l'aumento del tenore d'argilla.

Tabella 16. Fattori di correzione della norma di concimazione per il fosforo in campicoltura, foraggicoltura e orticoltura da pieno campo secondo l'indice del fosfato (indice P, metodo CO₂) e il contenuto d'argilla del suolo, in terreni con contenuti di humus inferiori a 10%. Per prati poco intensivi, il fattore massimo di correzione è 1,0.

Indice P	Contenuto d'argilla nella terra fine del suolo (%)									
	0-4,9	5-9,9	10-14,9	15-19,9	20-24,9	25-29,9	30-34,9	35-39,9	40-44,9	≥45
0 - 1,9	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2
2 - 2,9	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
3 - 3,9	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0
4 - 4,9	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0
5 - 5,9	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
6 - 6,9	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
7 - 7,9	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9
8 - 8,9	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8
9 - 9,9	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7
10 - 10,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6
11 - 11,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
12 - 12,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
13 - 13,9	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
14 - 14,9	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
15 - 15,9	1,0	0,9	0,9	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,0
16 - 16,9	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,3	0,2	0,0	
17 - 17,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,4	0,3	0,2		
18 - 18,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,2	0,0		
19 - 19,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,3	0,2			
20 - 20,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,0			
21 - 21,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,2				
22 - 22,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,2				
23 - 23,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,0				
24 - 24,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3					
25 - 25,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,2					
26 - 26,9	0,6	0,5	0,4	0,3	0,0					
27 - 27,9	0,6	0,5	0,4	0,3						
28 - 28,9	0,6	0,5	0,4	0,2						
29 - 29,9	0,5	0,4	0,3	0,0						
30 - 30,9	0,5	0,4	0,3							
31 - 31,9	0,5	0,4	0,2							
32 - 32,9	0,4	0,3	0,2							
33 - 33,9	0,4	0,3	0,0							
34 - 34,9	0,4	0,3								
35 - 35,9	0,3	0,2								
36 - 36,9	0,3	0,2								
37 - 37,9	0,3	0,0								
38 - 38,9	0,2									
39 - 39,9	0,2									
40 - 40,9	0,2									
≥ 41	0,0									

Tabella 17. Fattori di correzione della norma di concimazione per il fosforo secondo l'indice del fosfato (indice P, metodo CO₂) in campicoltura, foraggicoltura e orticoltura da pieno campo per terreni siltosi che hanno origine dalla disgregazione dei calcescisti dei Grigioni e per terreni sabbiosi ed acidi del Cantone Ticino.

Per prati poco intensivi, il fattore massimo di correzione è 1,0.

Indice fosforo (indice P)		Fattori di correzione
Terreni siltosi derivanti dalla disgregazione di calcescisti grigionesi con un contenuto d'argilla nella terra fine inferiore a 25% ed un contenuto in silt superiore a 40%	Terreni sabbiosi e acidi del Cantone Ticino con un contenuto d'argilla nella terra fine inferiore a 10%, un contenuto in sabbia superiore a 50% ed un valore pH inferiore a 5,9.	
0 - 2,9	0 - 2,1	1,5
3,0 - 4,9	2,2 - 2,5	1,4
5,0 - 6,9	2,6 - 2,9	1,3
7,0 - 8,9	3,0 - 3,3	1,3
9,0 - 10,4	3,4 - 3,7	1,2
10,5 - 11,4	3,8 - 4,1	1,2
11,5 - 12,4	4,2 - 4,5	1,1
12,5 - 13,4	4,6 - 4,9	1,1
13,5 - 14,4	5,0 - 5,3	1,0
14,5 - 15,4	5,4 - 5,7	1,0
15,5 - 16,7	5,8 - 6,4	1,0
16,8 - 18,3	6,5 - 7,4	0,9
18,4 - 19,9	7,5 - 8,4	0,8
20,0 - 21,5	8,5 - 9,4	0,7
21,6 - 23,1	9,5 - 10,4	0,6
23,2 - 24,7	10,5 - 11,4	0,5
24,8 - 26,3	11,5 - 12,4	0,4
26,4 - 27,9	12,5 - 13,4	0,3
28,0 - 29,5	13,5 - 14,4	0,2
29,6 - 30,4	14,5 - 15,4	0,2
sup. a 30,4	sup. a 15,4	0

Tabella 18. Fattori di correzione della norma di concimazione per il potassio in campicoltura, foraggicoltura e orticoltura da pieno campo secondo l'indice del potassio (indice K, metodo CO₂) e il contenuto d'argilla, in terreni con contenuti di humus inferiori a 10%.

Per prati intensivi e medio intensivi, il fattore massimo di correzione è 1,2. Per prati poco intensivi, il fattore massimo di correzione è 1,0. Nei prati medio intensivi e intensivi con contenuti di K nel foraggio superiori a 25 g K/kg SS, non bisogna superare il fattore di correzione 1,0.

Indice K	Contenuto d'argilla nella terra fine del suolo (%)									
	0-4,9	5-9,9	10-14,9	15-19,9	20-24,9	25-29,9	30-34,9	35-39,9	40-44,9	≥45
0 - 0,49	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1
0,50 - 0,74	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0
0,75 - 0,99	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0
1,00 - 1,24	1,5	1,5	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
1,25 - 1,49	1,5	1,5	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
1,50 - 1,74	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8
1,75 - 1,99	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7
2,00 - 2,24	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
2,25 - 2,49	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
2,50 - 2,74	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4
2,75 - 2,99	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,6	0,5	0,3	0,2
3,00 - 3,24	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,7	0,5	0,4	0,2	0,0
3,25 - 3,49	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,0	
3,50 - 3,74	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,6	0,4	0,2		
3,75 - 3,99	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,0		
4,00 - 4,24	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,5	0,3			
4,25 - 4,49	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,4	0,2			
4,50 - 4,74	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,3	0,0			
4,75 - 4,99	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,3				
5,00 - 5,24	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,2				
5,25 - 5,49	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,0				
5,50 - 5,74	0,8	0,7	0,6	0,5	0,3					
5,75 - 5,99	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3					
6,00 - 6,24	0,7	0,6	0,5	0,4	0,2					
6,25 - 6,49	0,7	0,6	0,5	0,3	0,0					
6,50 - 6,74	0,6	0,5	0,4	0,3						
6,75 - 6,99	0,6	0,5	0,4	0,2						
7,00 - 7,24	0,6	0,5	0,4	0,2						
7,25 - 7,49	0,5	0,4	0,3	0,0						
7,50 - 7,74	0,5	0,4	0,3							
7,75 - 7,99	0,5	0,4	0,2							
8,00 - 8,24	0,4	0,3	0,2							
8,25 - 8,49	0,4	0,3	0,0							
8,50 - 8,74	0,4	0,3								
8,75 - 8,99	0,3	0,2								
9,00 - 9,24	0,3	0,2								
9,25 - 9,49	0,3	0,0								
9,50 - 9,74	0,2									
9,75 - 9,99	0,2									
10,00 - 10,24	0,2									
≥ 10,25	0,0									

Tabella 19. Fattori di correzione della norma di concimazione per il magnesio in campicoltura, foraggicoltura e orticoltura da pieno campo secondo l'indice del magnesio (indice Mg, metodo CaCl_2) e il contenuto d'argilla nel suolo, in terreni con contenuti di humus inferiori a 10%.

Per prati poco intensivi, il fattore massimo di correzione è 1,0.

Indice Mg	Contenuto d'argilla nella terra fine del suolo (%)									
	0-4,9	5-9,9	10-14,9	15-19,9	20-24,9	25-29,9	30-34,9	35-39,9	40-44,9	≥45
0 - 1,9	1,4	1,4	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
2 - 2,9	1,2	1,4	1,4	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
3 - 3,9	1,2	1,2	1,4	1,4	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
4 - 4,9	1,0	1,2	1,2	1,4	1,4	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
5 - 5,9	1,0	1,0	1,2	1,2	1,4	1,4	1,6	1,6	1,6	1,6
6 - 6,9	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,4	1,6	1,6	1,6	1,6
7 - 7,9	0,8	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,4	1,4	1,6	1,6
8 - 8,9	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,4	1,4	1,4	1,6
9 - 9,9	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,4	1,4	1,4
10 - 10,9	0,6	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,4	1,4
11 - 11,9	0,4	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2
12 - 12,9	0,2	0,4	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2
13 - 13,9	0,0	0,4	0,6	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2
14 - 14,9		0,2	0,4	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0
15 - 15,9		0,0	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0
16 - 16,9			0,2	0,4	0,6	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0
17 - 17,9			0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0
18 - 18,9				0,0	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	1,0
19 - 19,9					0,2	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8
20 - 20,9					0,0	0,2	0,4	0,6	0,6	0,8
21 - 21,9						0,0	0,4	0,6	0,6	0,6
22 - 22,9							0,2	0,4	0,6	0,6
23 - 23,9							0,0	0,4	0,4	0,6
24 - 24,9								0,2	0,4	0,4
25 - 25,9								0,0	0,4	0,4
26 - 26,9									0,2	0,4
27 - 27,9									0,0	0,2
28 - 28,9										0,2
≥ 29										0,0

6.4. Osservazioni particolari sull'impiego di concimi fosfatici, potassici e magnesiaci.

In generale gli apporti di *concimi minerali fosforici* sono da somministrare prima della lavorazione del suolo o prima della preparazione del letto di semina. Sulla scelta fra le diverse forme di fosfati si rimanda alle informazioni contenute nelle tabelle 55 e 58.

Per impedire un eccessivo consumo di potassio da parte di certe specie foraggere, che induce il più delle volte una riduzione dei tenori in magnesio nelle piante, le *concimazioni potassiche* superiori a 200 kg $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}$ devono essere ripartite in due apporti (p. es. all'inizio del periodo vegetativo e dopo la 2° utilizzazione).

In campicoltura è possibile ridurre possibili danni causati dalla salinità su colture sensibili, limitando la concimazione potassica in forma minerale a 300 kg $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}$. Apporti più elevati di potassio sono preferibilmente da somministrare, in parte sotto forma di

concimi aziendali, oppure distribuiti parzialmente al momento dell'impianto di un sovescio. Su terreni sabbiosi la concimazione potassica dovrebbe essere eseguita nel tardo inverno o in primavera; in questo modo si impedisce che quantità ragguardevoli di potassio possano raggiungere gli strati profondi del suolo non accessibili alle radici. Al momento di scegliere il concime minerale bisogna tener conto delle sue caratteristiche (p. es. forma, solubilità; tab. 55 e 58). Il magnesio è relativamente mobile nel suolo. Per evitare perdite dovute al dilavamento bisogna badare a quanto segue:

I *concimi magnesiaci* solubili nell'acqua (solfato di magnesio) sono da impiegare come i concimi azotati, poco prima di un importante fabbisogno da parte della coltura. Per migliorare a medio e lungo termine l'approvvigionamento in magnesio del suolo si scelgano, almeno in parte, forme magnesiache poco solubili

(tab. 55) come l'ossido di magnesio (MgO) o il carbonato di magnesio (MgCO_3 , per esempio, nella Dolomia).

I concimi aziendali provenienti da foraggi prodotti sulla propria azienda possono pure venire distribuiti anche quando il suolo ha già importanti riserve di elementi nutritivi (fattore di correzione inferiore a 0.8). Tuttavia in questi casi le quantità di elementi nutritivi distribuiti non devono superare l'80% della norma di concimazione. Nell'ottica di una nutrizione ottimale della pianta nonché per motivi di ordine ecologico, le sostanze nutritive nei concimi aziendali generati da foraggi prodotti al di fuori dell'azienda come pure i concimi aziendali provenienti da terzi, dovrebbero venir impiegati solo in quantità tali da corrispondere alle norme di concimazione corrette sulla base del contenuto del suolo.

7. CONCIMAZIONE AZOTATA

7.1. Campicoltura

L'ottimizzazione della concimazione azotata è notevolmente più delicata e complessa rispetto a quella delle altre sostanze nutritive. Diversi fattori che influiscono sulla dinamica dell'azoto sono maggiormente soggetti alle condizioni atmosferiche e sottostanno perciò a variazioni che non sono né prevedibili né precisamente calcolabili. Tra questi fattori i più importanti sono: la *mineralizzazione dell'azoto* del suolo (dipendente dalle condizioni meteorologiche, dal contenuto di humus nel suolo, dal precedente culturale, dalla lavorazione e dalla struttura del suolo, e dall'effetto residuo dei concimi organici), il *fabbisogno temporale e quantitativo delle culture* (dipende dalle vigenti condizioni di crescita), i *contenuti molto variabili e l'insicuro stato di mineralizzazione* dei concimi organici quale letame, liquame, sovescio, composto e fanghi di depurazione nonché l'importanza delle diverse *perdite d'azoto* (dilavamento di nitrati, volatilizzazione di ammoniaca e denitrificazione).

Finora però non è stato possibile mettere a punto alcun procedimento sicuro che permetta di valutare questi fattori d'influenza in modo fidato. Ragione per cui vengono qui descritte due diverse metodologie per ottimizzare la concimazione azotata in campicoltura. Mentre nel primo metodo ci si basa sull'elaborazione di stime pluriennali dei singoli fattori d'influenza (metodo di stima o metodo della norma corretta), nel secondo viene determinato, con l'aiuto di un'analisi del suolo

relativamente dispendiosa eseguita in momenti definiti, il risultato di tutti i processi della dinamica dell'azoto (metodo analitico, metodo $N_{\min}$).

La scelta di utilizzare l'uno o l'altro procedimento dipende dalle conoscenze, dall'esperienza nonché dalla possibilità di prelevare dei campioni di terra per la determinazione dei contenuti in azoto minerale ($N_{\min}$).

Si osservi però che il metodo di stima può dare buoni risultati soprattutto in regioni con scarse precipitazioni e rotazioni colturali semplificate, mentre il metodo analitico è più vantaggioso laddove il clima è più umido e le rotazioni colturali più diversificate. Indipendentemente dal metodo utilizzato, bisogna osservare le indicazioni contenute nella tabella 20, concernenti la distribuzione, l'epoca e i quantitativi massimi dei singoli apporti d'azoto per le diverse colture.

In particolare non devono essere oltrepassate le indicazioni riguardanti gli apporti massimi di azoto all'inizio del periodo vegetativo nelle colture invernali (cereali autunnali, colza) così come quelli alla semina o alla piantagione nelle colture estive (cereali primaverili, sarchiate) per limitare il rischio di perdite di azoto dovute al dilavamento dei nitrati.

7.1.1. Metodo della norma corretta (metodo di stima)

7.1.1.1. Principi del metodo della norma corretta

Le norme di concimazione azotata nelle singole colture sono riportate nella tabella 21. Queste non derivano dal prelievo di azoto da parte delle colture, come nel caso di fosforo, potassio e magnesio, ma rappresentano un valore medio determinato in modo empirico sulla base di numerosi esperimenti in pieno campo. Pertanto esse sono valide in condizioni pedoclimatiche normali.

Il livello di resa delle diverse colture dipende in primo luogo dalle condizioni climatiche e del suolo della regione.

Una meteorologia (temperatura e ripartizione delle precipitazioni) e suoli favorevoli consentono alle piante di crescere in modo più intenso che non in condizioni sfavorevoli.

I microrganismi del terreno, in presenza di condizioni favorevoli, reagiscono anch'essi intensificando la loro attività (mineralizzazione dell'azoto).

Di conseguenza, la crescita delle piante e la mineralizzazione dell'azoto del suolo in base alle specifiche condizioni pedoclimatiche procedono in modo sincrono: senza apporti azotati si ottengono rese molto diversificate.

Tabella 20. Epoca ottimale e quantità massime per singoli apporti d'azoto nelle diverse colture, in funzione delle precipitazioni e delle condizioni del terreno.

Nel caso venga accertato un elevato fabbisogno d'azoto, la dose massima d'azoto prevista ad ogni precisa epoca colturale non deve essere superata. È tuttavia possibile eseguire un apporto complementare che non ecceda 40 kg N/ha, nel periodo in cui il fabbisogno della coltura è il più elevato.

Colture risp. gruppo di colture	Regioni siccitose ¹ oppure terreni profondi ²		Regioni umide ³ oppure terreni poco profondi ⁴	
	Epoca risp. stadio di sviluppo delle colture	Apporti massimi (kg N/ha)	Epoca risp. stadio di sviluppo delle colture	Apporti massimi (kg N/ha)
Cereali e mais				
Cereali autunnali	In autunno (prima/dopo la semina)	0	In autunno (prima/dopo la semina)	0
	Fine inverno - risveglio vegetativo	60	Risveglio vegetativo	60
	Inizio levata - 1 nodo	80	1 nodo	70
	2 nodi - stadio botticella	40	Apparizione ultima foglia – inizio spigatura	50
Cereali primaverili	Semina	40	Semina	30
	Accestimento - inizio levata	80	3 foglie - inizio accestimento	50
	2 nodi - stadio botticella	40	1 nodo	40
			Apparizione ultima foglia inizio spigatura	40
Mais da granella e mais da silo, CCM	Semina	80	Semina	40
	6 - 8 foglie	80	4 - 6 foglie	40
			6 - 8 foglie	80
Mais verde	Semina	60	Alla semina	50
	4 - 6 foglie	40	4 - 6 foglie	50
Piante da tubero e da radici				
Patate per il consumo e per l'industria di trasformazione	Piantagione	80	Piantagione	40
	Germogliamento - altezza piante 10 cm	80	Altezza piante 10 - 15 cm	80
			Poco prima che le foglie chiudano le righe	40
Patate precoci	Piantagione	60	Piantagione	40
	Germogliamento - altezza piante 10 cm	60	Altezza piante 5 - 10cm	80
Patate da seme	Piantagione	50	Piantagione	40
	Germogliamento - altezza piante 10 cm	50	Altezza piante 5 - 10cm	60
Bietole da zucchero e da foraggio	Semina	80	Semina	40
	4 - 6 foglie	80	4 - 6 foglie	60
			6 - 8 foglie	60
Oleaginose e piante destinate alla produzione di fibre				
Colza autunnale	Semina	40	Semina	40
	Fine inverno – risveglio vegetativo	80	Risveglio vegetativo	80
	Inizio allungamento	60	Allungamento (altezza piante ca. 30 - 40cm)	60
Colza primaverile	Semina	50	Semina	30
	Formazione rosette fino inizio allungamento	80	Rosette	60
			Allungamento (altezza piante ca. 30 - 40cm)	40
Girasole	Semina	80	Semina	40
			6 - 8 foglie	40
Canapa da olio	Semina	40	Semina	40
	Altezza piante 15 - 20 cm	40	Altezza piante 15 - 20 cm	30
Canapa da fibra	Semina	50	Semina	40
	Altezza piante 15 - 20 cm	70	Altezza piante 15 - 20 cm	80
Lino da olio	Semina	50	Semina	30
	Altezza piante 15 - 20 cm	40	Altezza piante 15 - 20 cm	60
Lino da fibra	Semina	30	Semina	20
	Altezza piante 15 - 20 cm	30	Altezza piante 15 - 20 cm	40
Miscanto	Inizio vegetazione	40	Inizio vegetazione	40
Kenaf	Semina	50	Semina	30
	Altezza piante 15 - 20 cm	50	Altezza piante 15 - 20 cm	60

¹ Somma delle precipitazioni da gennaio fino a giugno inferiore a 450 mm.

² Capacità di ritenzione dell'acqua facilmente disponibile superiore a 70 mm.

³ Somma delle precipitazioni da gennaio fino a giugno superiore a 450 mm.

⁴ Capacità di ritenzione dell'acqua facilmente disponibile inferiore a 70 mm.

Tabella 20 : Continuazione

Colture risp.gruppo di colture	Regioni siccitose ¹ oppure terreni profondi ²		Regioni umide ³ oppure terreni poco profondi ⁴	
	Epoca risp. stadio di sviluppo delle colture	Apporti massimi (kg N/ha)	Epoca risp. stadio di sviluppo delle colture	Apporti massimi (kg N/ha)
Leguminose da granella		0		0
Ortaggi di pieno campo				
Cavolo per crauti	Piantagione	50	Piantagione	30
	Settimana di coltura 4	80	Settimana di coltura 4	70
			Settimana di coltura 6	30
Cavolo di Bruxelles	Piantagione	40	Piantagione	30
	Settimana di coltura 4	70	Settimana di coltura 4	50
			Settimana di coltura 6	30
Cicoria belga -indivia	Semina	30	Semina	30
Carote da conserva	Semina	40	Semina	30
	Settimana di coltura 4	60	Settimana di coltura 4	60
Piselli, fagioli (trasformazione)		0		0
Cipolle piantate	Piantagione	20	Piantagione	20
	Settimana di coltura 4	60	Settimana di coltura 4	50
Spinaci	Semina	40	Semina	30
	Settimana di coltura 4	60	Settimana di coltura 4	60
Sovesci	Semina	40	Semina	40
Altre colture				
Tabacco (Burley)	Piantagione	100	Piantagione	80
	4 - 6 foglie	80	4 - 6 foglie	100

- ¹ Somma delle precipitazioni da gennaio fino a giugno inferiore a 450 mm.
- ² Capacità di ritenzione dell'acqua facilmente disponibile superiore a 70 mm.
- ³ Somma delle precipitazioni da gennaio fino a giugno superiore a 450 mm.
- ⁴ Capacità di ritenzione dell'acqua facilmente disponibile inferiore a 70 mm.

Tabella 21. Norme di concimazione per l'azoto in campicoltura.

Queste norme sono valide per le rese medie indicate. Con rese regolarmente superiori, non bisogna effettuare nessuna correzione. Per contro, con rese regolarmente inferiori di oltre il 20% la correzione della concimazione è proporzionale alla differenza di resa. Questo è soprattutto valido per le regioni che si trovano al margine delle zone idonee alla campicoltura.

Esempio: per una resa media di frumento autunnale pari a 60 q/ha, la norma di concimazione corrisponde a 140 kg N/ha.

Per una resa media di 75 q/ha, la norma rimane invariata a 140 kg N/ha. Invece, una resa media pari a 45 q/ha corrisponderebbe ad una riduzione lineare dalla norma pari al 25% di 140 kg N/ha. La norma di concimazione corretta ammonta quindi a 105 kg N/ha.

Queste norme devono essere utilizzate solo tenendo in considerazione le correzioni indicate nelle tabelle 22 fino a 27

Colture	Rese ¹		Norma
	Prodotto	(q/ha)	(kg N/ha)
Cereali e mais			
Frumento autunnale	Granella	60	140
Frumento primaverile	Granella	50	120
Orzo autunnale	Granella	60	110
Orzo primaverile	Granella	45	90
Avena autunnale e primaverile	Granella	55	90
Segale autunnale	Granella	55	90
Spelta	Granella	50	100
Triticale autunnale	Granella	60	110
Triticale primaverile	Granella	55	100
Farro, spelta minore	Granella	25	40
Mais da granella, CCM	Granella	80	110
Mais da silo	Pianta intera ²	160	110
Mais verde	Pianta intera ²	60	70
Piante da tubero e da radici			
Patata (per il consumo e per l'industria di trasformazione)	Tuberi	450	120
Patate, precoci e da semina	Tuberi	250	100
Bietole da zucchero	Radici	650	100
Bietole da foraggio	Radici ²	160	100
Oléaginose e piante destinate alla produzione di fibre			
Colza autunnale	Granella	35	140
Colza primaverile	Granella	25	120
Girasole	Granella	30	60
Canapa da olio	Granella	13	60
Canapa da fibra	Steli ²	100	50
Lino da olio	Granella	20	70
Lino da fibra	Steli	45	60
Miscanto	Pianta intera ²	200	30
Kenaf	Pianta intera ²	50	70
Leguminose da granella			0
Ortaggi di pieno campo			
Cavolo per crauti	Cappuccio	800	200
Cavolo di Bruxelles	Rosetta	120	160
Cicoria belga, indivia	Radici	400	0
Carote, per il consumo e l'industria di trasformazione	Radici	600	120
Piselli, fagioli (industria di trasformazione)			0
Cipolle piantate	Pianta intera ³	500	100
Spinaci 1 taglio	Foglie	120	140
Sovesci			
Sovescio con leguminose	-	-	0
Sovescio senza leguminose	-	-	30
Altre colture			
Tabacco Burley	Foglie	25	170
Tabacco Virginie	Foglie	25	0
Colture non menzionate (escluse le leguminose)			80

¹ Con un tenore usuale in acqua alla raccolta.

² Sostanza secche (SS) raccolta.

³ Raccolta dopo essiccazione sul campo, evacuazione di tutta la pianta.

L'apporto ottimale (epoca e quantità) di concime determina un aumento di resa praticamente indipendente da una resa conseguita senza concimazione azotata (figura 5). Di regola non è quindi necessario correggere la norma di concimazioni in funzione del livello di resa conseguibile. I frazionamenti della concimazione azotata devono essere adattati alle pratiche colturali (semina in bande fresate, semina diretta) o alle caratteristiche varietali (ad es. per le patate) di ogni singolo caso. Sull'eventuale necessità di tener conto di queste particolarità si consultino le direttive colturali specifiche e le guide edite dal servizio di consulenza agricola. La figura 6 rappresenta schematicamente l'impiego del metodo della norma corretta per ottimizzare la concimazione azotata in campicoltura.

Le indicazioni nelle tabelle 22 a 27 formano, con la norma di concimazione dell'azoto, (tab. 21) un tutt'uno. Per il calcolo della norma corretta si deve prendere un valore da ogni tabella, per ogni coltura e per ogni parcella, sommando i diversi valori di correzione. Dal momento che i valori di correzione sono valori medi derivati da un grande numero di esperimenti, l'influsso di singoli fattori può divergere dai valori indicati.

7.1.1.2. Procedimento per determinare la norma corretta

Partendo dalle norme alla tabella 21, la concimazione azotata commisurata alla singola parcella è da correggere secondo le indicazioni delle tabelle 22 a 27.

Da ogni tabella si prende un valore. La dose totale calcolata è da suddividere in singoli apporti badando a non superare le frazioni massime di azoto per le diverse epoche e stadi di sviluppo indicati nella tabella 20. Estese indagini, condotte nelle condizioni pedoclimatiche della Svizzera tedesca, hanno mostrato che la semplice addizione di tutte le correzioni delle tabelle 22 a 27, soprattutto nel caso di colture sarchiate, non di rado conduce a divergenze importanti rispetto alla dose ottimale di azoto. Per evitare errori grossolani di concimazione in queste regioni, si raccomanda di dimezzare la somma delle correzioni, aggiungendo poi il risultato alla norma di concimazione. Le indicazioni per la correzione delle norme di concimazione per l'azoto, a dipendenza del contenuto d'argilla e humus del suolo, sono contenute nella tabella 22 mentre quelle in funzione del precedente colturale sono incluse nella tabella 23.

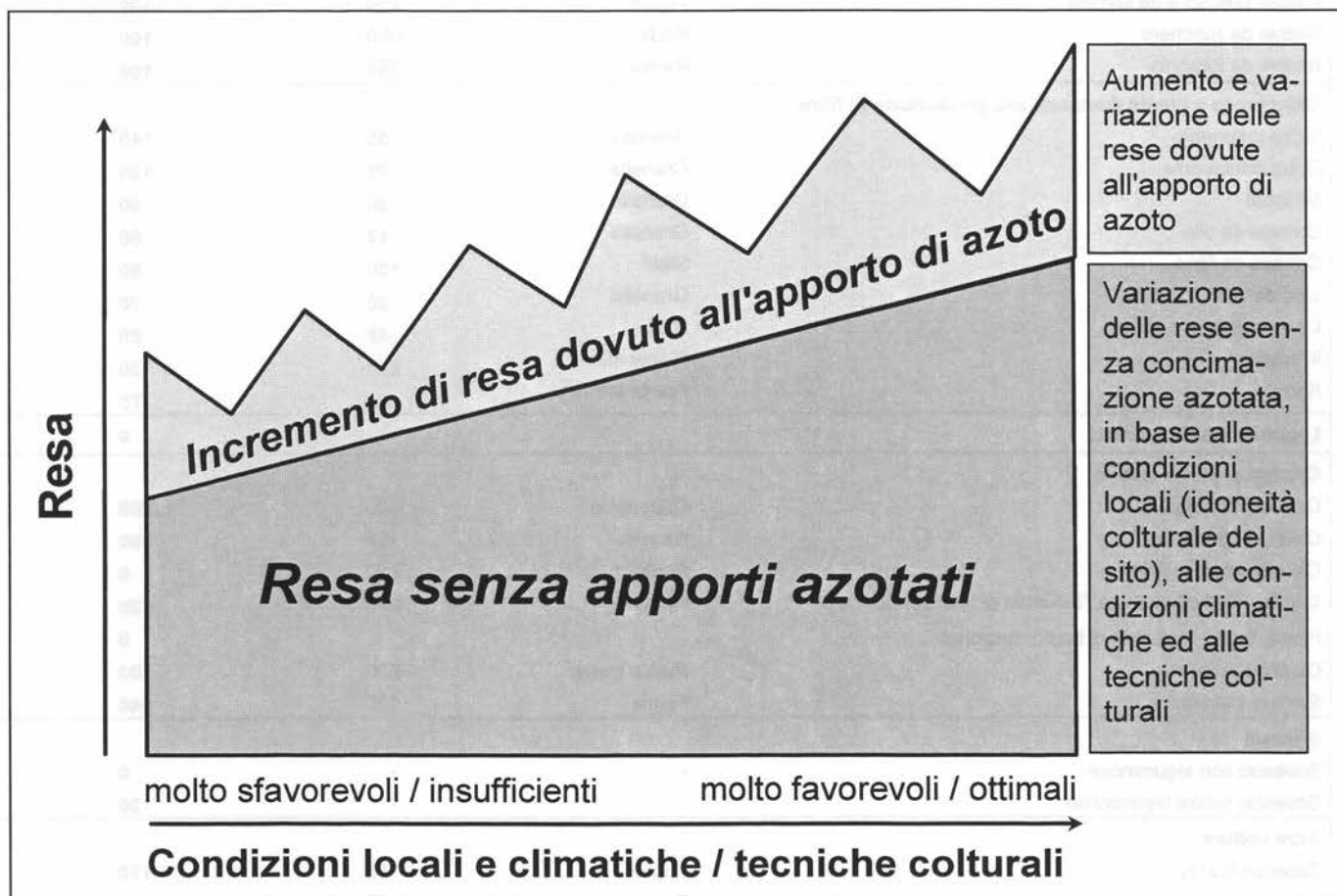


Figura 5. Rappresentazione schematica della variazione delle rese a dipendenza delle condizioni locali e della concimazione azotata.

Tabella 22 Correzioni della norma di concimazione per l'azoto in funzione dei contenuti di humus e argilla nel suolo.

Il contenuto di humus nel suolo corrisponde al carbonio legato organicamente (C) moltiplicato per 1,725.

Contenuto di humus nel suolo (%)			Fattore di correzione (kg N/ha)
< 15% argilla	15 - 30% argilla	> 30% argilla	
< 3	< 4	< 6	0
3 - 5	4 - 6	6 - 8	- 20
5 - 7	6 - 8	8 - 10	- 30
7 - 12	8 - 13	10 - 15	- 50
12 - 20	13 - 20	15 - 20	- 80
> 20	> 20	> 20	- 120

Le piante non possono disporre completamente ed immediatamente dell'azoto presente nei concimi aziendali. La tabella 46 indica la quota disponibile durante l'anno d'impiego (soprattutto azoto ammoniacale), mentre le indicazioni della tabella 24 permettono di stimare l'effetto residuo dell'azoto al secondo anno dopo l'impiego. A seconda del tipo di concime aziendale, la mineralizzazione dell'azoto può durare a lungo, col trascorrere del tempo interviene un rallentamento. Ciò è dovuto al fatto che la sostanza organica si degrada più difficilmente di anno in anno.

Con l'aumento della percentuale d'azoto legata organicamente, diminuisce la quantità di azoto disponibile annualmente e pertanto l'effetto residuo dura più a lungo (es. letame). Per semplificare la valutazione, l'effetto residuo dell'azoto dei concimi aziendali viene limitato ad un anno. L'azione dell'azoto nei concimi aziendali è chiaramente migliore con l'apporto regolare (ogni 2 -3 anni) di quantità moderate, che non con un apporto unico e massiccio.

Tab 23. Correzione della norma di concimazione per l'azoto in funzione del precedente colturale.

Precedente colturale	Fattore di correzione per la coltura successiva (kg N/ha)	
	aratura / incorporazione	
	autunno	primavera
Prati naturali o artificiali (3 anni o più di utilizzo)	-20	-35
Prati artificiali (2 anni)	-15	-25
Prati artificiali (1 anno)	-10	-15
Erbai composti da sole graminacee (più del 90% gramin.)	0	0
Prati naturali o artificiali (3 anni o più di utilizzo) come precedente del precedente colturale ¹	-10	-10
"Mulching" di prati artificiali prima della spigatura delle graminacee.	-	-30 a -60 ²
"Mulching" di prati artificiali alla fioritura delle graminacee.	-	-20 a -40 ²
Cereali (paglia raccolta)	0	
Cereali oppure mais (paglia incorporata nel suolo) prima di:		
- colture seminate in autunno	+20	
- colture seminate risp. piantate in primavera (febbraio-marzo)	+10	
- colture seminate risp. piantate in primavera (marzo - aprile)	0	
Cereali seguiti da cereali	0	
Mais da silo	0	
Patate, ortaggi di pieno campo	0	
Colza, girasole (paglia incorporata nel suolo)	0	
Tabacco	0	
Leguminose da granella (piselli proteici, favino, soia)	-30	-20
Bietole (foglie raccolte)	0	
Bietole (foglie incorporate nel suolo)	-20	
Sovescio non resistente al freddo (facelia, senape, ecc.)	-10	0
Sovescio con crucifere resistenti al freddo (colza, ravizzone, etc.), altezza almeno 20 cm	-10	-20
Sovescio a base di favino (prima della fioritura), miscela "Landsberger" (prima della fioritura), veccia (altezza almeno 20 cm)	-	-30
Sovescio a base di cereali (inizio levata), girasole (prima della fioritura)	-	-30
Coltura intercalare	0	

¹ Questa correzione può essere sommata ad un'altra correzione di questa tabella.

² Valore basso: in presenza di poche leguminose; valore elevato: con molte leguminose.

Tabella 24. Correzione delle norme di concimazione per l'azoto in funzione dell'effetto residuo dei concimi organici.

I valori relativi all'azione dell'azoto nei concimi aziendali e nei concimi a base di rifiuti già durante l'anno della distribuzione sono riportati nella tabella 46.

Concime	Parte dell'azoto totale (%) utilizzabile l'anno dopo la distribuzione dei concimi aziendali e che va dedotta dalla norma di concimazione dell'azoto.
Liquame completo bovino	-5
Liquame con scarso tenore di sterco /colaticcio	-5
Letame di mucchio (maturo)	-10
Letame da stabulazione libera	-10
Letame compostato	-15
Composto di letame	-20
Letame di cavallo	-5
Letame ovino e caprino	-10
Liquame suino	-10
Letame suino	-10
Deiezioni di ovaiole (nastro per deiezioni)	-10
Letame di ovaiole (allevamento al suolo)	-10
Letame di volatili (ingrasso), polli, tacchini	-5
Fanghi di depurazione (liquidi)	-10
Fanghi di depurazione (disidratati)	-10
Fanghi di depurazione (disidratati e con aggiunta di calce)	-5
Fanghi di depurazione (essicati e granulati)	-5
Composto	0
Calce d'Aarberg	-10

Le indicazioni della tabella 25 si basano sul presupposto che le precipitazioni invernali e primaverili non influiscano solo sul dilavamento dei nitrati, ma, in seguito ad una più o meno frequente saturazione idrica del suolo, anche sull'attività biologica con conseguente diminuzione della mineralizzazione microbica ed un aumento della denitrificazione dell'azoto. La mineralizzazione dell'azoto del suolo può essere stimolata mediante sarchiature ripetute dopo l'emergenza della coltura. La quantità di azoto supplementare mineralizzabile dipende in primo luogo dal contenuto di materia organica del suolo (tabella 26). Nel suolo il potenziale di mineralizzazione dell'azoto dipende principalmente dal contenuto di sostanza organica (humus), come pure dall'aerazione del terreno (struttura, percentuale d'argilla). Le correzioni proposte nella tabella 27 lasciano un certo margine anche alle proprie esperienze riguardanti la dinamica dell'azoto nel suolo.

Tabella 25. Correzione della norma di concimazione per l'azoto in funzione delle precipitazioni invernali e primaverili.

Colture risp. gruppo di colture	Fattore di correzione (kg N/ha)			
	Periodo delle precipitazioni e intensità			
	Novembre e dicembre		Marzo e aprile	
	deboli ¹	forti ²	deboli ¹	forti ²
Colza	-10	+10	0	0
Cereali autunnali	-20	+20	0	0
Cereali primaverili	-20	0	-10	+10
Patate precoci, ortaggi di pieno campo	-20	+10	-10	+30
Patate da semina	0	+10	-10	+30
Bietole, mais, patate da consumo e per la trasformazione industriale	0	+10	-10	+30

¹ deboli = meno di 120 mm durante i due mesi

² forti = più di 180 mm durante i due mesi.

Tabella 26. Apporto complementare d'azoto in seguito a sarchiature ripetute dopo l'emergenza della coltura, in funzione dei contenuti di humus nel suolo.

Queste norme non sono da utilizzare per una sola sarchiatura su campi di bietole, patate e mais, poiché nella maggior parte degli esperimenti condotti su queste colture è stata eseguita una sarchiatura, già compresa nella norma.

Contenuto di humus nel suolo (%)	Fattore di correzione (kg N/ha)
inferiore a 5	-10
5 - 10	-15
superiore a 10	-20

Con l'aiuto di questa tabella è possibile tenere in considerazione le informazioni generali sul contenuto N_{min} delle diverse regioni.

Per i cereali autunnali, in luogo delle correzioni riportate nella tabella 27, è possibile optare per il procedimento seguente. La norma corretta, determinata in base alle indicazioni delle tabelle 21 a 26, è ridotta di 40 kg N/ha. La dose di azoto rimanente è da suddividere in due apporti (risveglio vegetativo e stadio 1 nodo). L'eventuale impiego dei restanti 40 kg N/ha può avvenire a partire dallo stadio 2 nodi fino al più tardi ad inizio spigatura. Una decisione in tal senso può essere presa con l'aiuto di una "finestra di controllo" (parcelle testimone) o mediante un test rapido (vedasi cap. 7.1.3) durante il periodo di crescita.

Tabella 27. Correzione della norma di concimazione per l'azoto in funzione della stima del potenziale di mineralizzazione del suolo e delle informazioni generali sul contenuto stagionale di $N_{\min}$ nel suolo della regione.

Contenuto $N_{\min}$ stimato e/o potenziale mineralizzante di azoto nel suolo	Fattore di correzione (kg N/ha)
elevato / molto buono ¹	-40
alto / buono	-20
medio	0
scarso ²	+20

¹ Primavera calda, bilancio idrico del suolo normale, buona struttura del suolo.

² Primavera fredda, bilancio idrico del suolo alterato (terreno inzuppato), pessima struttura del suolo.

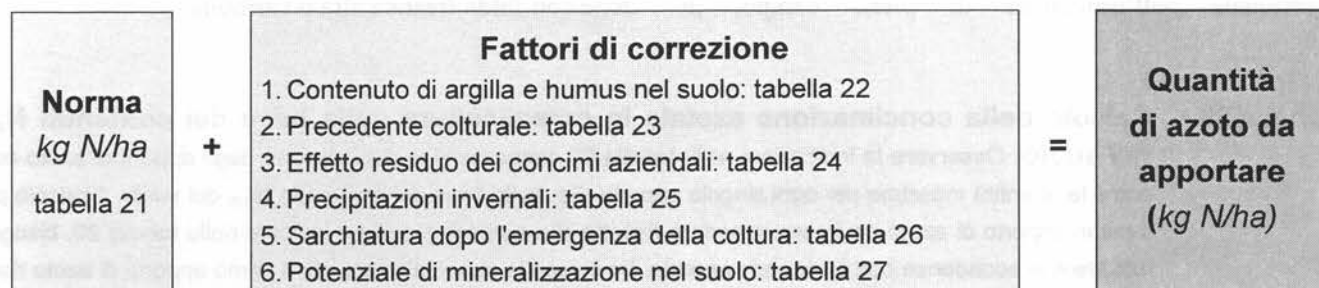


Figura 6. Rappresentazione schematica del metodo della norma corretta (metodo di stima).

7.1.2. Determinazione del contenuto di azoto minerale nel suolo (metodo $N_{\min}$)

Di regola, un procedimento basato su valori misurati dimostra maggiore precisione che non un metodo con valori stimati. Tuttavia questo guadagno d'informazione va confrontato con l'onere necessario al suo ottenimento; nel caso del metodo $N_{\min}$ ciò corrisponde in particolare al notevole lavoro per il prelievo dei campioni, al trasporto degli stessi in laboratorio e ai costi per le analisi. L'analisi del contenuto di azoto minerale ($N_{\min}$) del suolo comprende la determinazione dei contenuti in nitrato e ammonio in campioni provenienti da diversi strati di suolo. Limitarsi unicamente alla determinazione analitica del contenuto di nitrato nel suolo può far cadere in errori d'interpretazione dei risultati e di conseguenza indurre ad apporti eccessivi di azoto. D'altro canto, una stima del contenuto di ammonio del suolo non è possibile. Per un impiego affidabile del metodo $N_{\min}$ occorre prestare una particolare attenzione ai seguenti punti. Il momento e la profondità del prelievo dei campioni (tabella 28) devono essere scrupolosamente rispettati. Per conseguire un campionamento il più possibile rappresentativo

Tabella 28. Epoca per il prelievo dei campioni di terra per le analisi $N_{\min}$ in vista di un'ottimizzazione della concimazione azotata.

Coltura	Epoca dei prelievi	Profondità di prelievo (cm)
Cereali autunnali, colza	poco prima del risveglio vegetativo	0 - 30, 30 - 60, 60 - 90
Cereali primaverili	dalla semina fino allo stadio 3 foglie	0 - 30, 30 - 60, 60 - 90
Bietole ¹	dallo stadio 4 fino a 6 foglie	0 - 30, 30 - 60, 60 - 90
Mais ¹	dallo stadio 5 fino a 6 foglie (contare solo le foglie completamente sviluppate)	0 - 30, 30 - 60, 60 - 90
Patate ^{1,2}	piante alte circa 10 cm	0 - 30, 30 - 60
Ortaggi di pieno campo ¹	4 ^a settimana di coltura	0 - 30, 30 - 60

¹ Il metodo $N_{\min}$ fornisce risultati affidabili solo con concimazioni azotate modeste (al massimo 40 kg N/ha) prima o al momento della piantagione.

² I prelievi devono essere eseguiti nel mezzo del ricalzo precedentemente livellato.

del suolo di una parcella sono necessari almeno 10 – 12 punti di prelievo. In ciò si tenga conto di eventuali irregolarità delle caratteristiche del suolo. Durante il prelievo sul campo bisogna stimare correttamente lo scheletro del suolo (sassi, ghiaia). I campioni prelevati devono essere protetti dal calore ponendoli in un contenitore refrigerante e portati il giorno stesso al laboratorio oppure congelati. L'impiego di test rapidi e affidabili per la determinazione dell'azoto minerale (N_{min}) del suolo non è raccomandato in campicoltura, a causa dell'insufficiente precisione della misurazione. Essi possono per contro costituire un utile strumento decisionale nell'orticoltura di pieno campo, in

particolare per le colture con periodo vegetativo breve, oppure in occasione di analisi ripetute sulla medesima parcella nel corso della vegetazione.

La determinazione degli apporti ottimali di azoto, specifica ad una parcella, partendo dall'analisi N_{min} , avviene con l'aiuto di valori di riferimento scaturiti da esperimenti pluriennali rappresentanti il fabbisogno specifico della coltura ad un determinato periodo di sviluppo (tabelle. 29 e 30).

Va però notato che la valutazione agronomica dei risultati N_{min} per terreni con contenuti di humus superiori a 20% è difficile e addirittura impossibile nelle zone con falda freatica alta o variabile.

Tabella 29. Calcolo della concimazione azotata in cerealicoltura sulla base dei contenuti N_{min} del suolo. Osservare le indicazioni nella tabella 20 concernenti la suddivisione degli apporti di azoto così come le quantità massime per ogni singolo apporto. Se, sulla base del contenuto N_{min} del suolo, il calcolo per il primo apporto di azoto risultasse superiore rispetto alle quantità massime indicate nella tabella 20, bisogna includere le eccedenze con il secondo apporto. Se invece la dose calcolata per il primo apporto di azoto risultasse negativa, bisogna tenerne conto al momento del secondo o eventualmente del terzo apporto di azoto.

Coltura	1. apporto (kg N/ha)	2. apporto ¹ (kg N/ha)	3. apporto ^{1,2} (kg N/ha)
Frumento autunnale	120 meno N_{min}	30	40
Frumento primaverile, spelta	110 meno N_{min}	30	40
Orzo autunnale	80 meno N_{min}	30	40
Triticale autunnale	90 meno N_{min}	30	40
Orzo primaverile, segale autunnale, triticale primaverile	80 meno N_{min}	30	30
Avena	100 meno N_{min}	30	30
<i>Le raccomandazioni sopracitate sono principalmente valide con i seguenti presupposti :</i> - Potenziale produttivo del luogo da elevato a molto elevato (corrisponde all'incirca alle rese riportate nella tabella 21) - Rischio di allettamento minimo (eventuale impiego di un regolatore di crescita) - Rischio minimo di perdite a causa di malattia e insetti dannosi (scelta delle varietà, tecnica di coltivazione, avvicendamento colturale, eventuale impiego di prodotti fitosanitari) - Contenuto di humus nel suolo inferiore a 5%, profondità utile del suolo superiore a 70 cm.			
Motivi per la correzione	<i>In casi particolari bisogna considerare le seguenti correzioni</i> (Queste correzioni non sono cumulabili. La correzione massima per ogni apporto ammonta a 30 kg N/ha).		
Prato artificiale sfruttato per diversi anni o prato naturale quale precedente colturale.	-20	-10	-20
Contenuto di humus nel suolo di 5 - 20%	-10	-20	-20
Profondità utile del suolo inferiore a 70 cm oppure scarso o mediocre potenziale produttivo del luogo (aree marginali della campicoltura).	-10	-10	-20
In caso di rinuncia all'impiego di regolatori di crescita.	-10 ³ a -20 ⁴	-10	0

¹ A dipendenza delle condizioni generali di crescita e dello sviluppo della coltura, la dose di azoto può essere ridotta o aumentata di 10 kg N/ha.

² In caso di forti attacchi di malattie bisogna rinunciare al 3° apporto.

³ Orzo, triticale, segale.

⁴ Frumento, spelta, avena.

Tabella 30. Calcolo della concimazione azotata per le sarchiate e gli ortaggi di pieno campo sulla base dei contenuti N_{min} del suolo.

Osservare le indicazioni nella tabella 20 concernenti la suddivisione degli apporti di azoto così come le quantità massime per ogni singolo apporto. Il primo apporto di azoto avviene di regola alla semina o alla piantagione. Il secondo apporto deve essere eseguito subito dopo aver ottenuto i risultati analitici del prelievo dei campioni di terra (epoca del prelevamento cfr. tab. 28).

Coltura	1. apporto (kg N/ha)	2. apporto (kg N/ha) ¹
Mais	0 a 30	se $N_{min} > 120$: 200 meno N_{min} se $N_{min} < 120$: 180 meno N_{min}
Bietole da zucchero e da foraggio	0 a 30	180 meno N_{min}
Patate per consumo, da foraggio e per la trasformazione industriale	0 a 30	200 meno N_{min}
Patate precoci e da semina	0 a 30	180 meno N_{min}
Colza	0 a 40 (in autunno)	140 meno N_{min}
Cavolo per crauti	0 a 30	200 meno N_{min}
Cavolo di Bruxelles	0 a 30	170 meno N_{min}
Cicoria belga - indivia, produzione di radici	0	50 meno N_{min}
Carote da conserva e per l'industria	0 a 30	150 meno N_{min}
Cipolle, piantate	0 a 30	120 meno N_{min}
Spinaci, 1 taglio	0 a 30	150 meno N_{min}
Spinaci, 2 tagli	0 a 30	150 meno N_{min}
Le correzioni delle formule sopracitate vanno eseguite tenendo in considerazione le seguenti condizioni:		
Contenuto di humus nel suolo 5 - 20 %	0 a -30	-20 a -40
Potenziale produttivo del luogo da scarso a mediocre	0	-20 a -40
Per un eventuale effetto residuo dell'azoto di colture intercalari (sovescio, foraggio, ecc.) o di concimi aziendali non bisogna intraprendere nessuna correzione in quanto questo viene in gran parte accertato con la determinazione del contenuto N_{min} del suolo.		

¹ Un frazionamento dell'azoto in 2 parti è particolarmente raccomandabile su terreni con una profondità utile inferiore a 70 cm e per regioni con molte precipitazioni (più di 260 mm nel periodo compreso tra aprile e giugno). In queste situazioni la dose di azoto calcolata in base al risultato dell'analisi N_{min} del suolo, deve essere suddivisa in due apporti con un intervallo da 2 a 4 settimane.

7.1.3. Altri metodi

A complemento o in sostituzione dei due procedimenti descritti, possono a volte esser considerati anche altri metodi per l'ottimizzazione della concimazione azotata in campicoltura. Quale strumento di verifica può risultare utile, la disposizione di una o più "finestre di controllo" (superfici limitate di circa un'ara) sulle quali viene ridotta la concimazione azotata (da 20 a 40 kg N/ha in meno). Per ogni singolo apporto di azoto si deve predisporre una nuova finestra.

Il confronto tra lo stato della coltura all'interno e all'esterno della finestra dà, in particolar modo in cerealicoltura, delle indicazioni per l'ottimizzazione dei successivi apporti di azoto.

L'analisi di materiale vegetale è eseguita secondo uno schema prestabilito. I risultati sono confrontati a dei valori di riferimento conosciuti e da questo paragone deriva in seguito il consiglio di concimazione. Questo metodo d'analisi può essere di prezioso aiuto per risolvere determinati casi problematici, tenendo però conto delle limitazioni menzionate nel capitolo 5.

L'analisi del succo vegetale si effettua mediante strumenti per test rapidi ("Nitrachek", "Jubil"® o altri). Per i cereali la determinazione del contenuto di nitrato della linfa avviene alla base del culmo in determinate epoche del periodo vegetativo. Dopo una taratura in funzione della specie coltivata i risultati ottenuti possono fornire utili indicazioni per la determinazione

degli apporti azotati in precisi stadi di sviluppo della coltura, sia con il metodo della norma corretta (in sostituzione dei fattori di correzione indicati nella tabella 27) che con il metodo $N_{\min}$ (in particolare per il 3° apporto di azoto). La misura della *colorazione delle foglie* mediante test rapidi necessita assolutamente di una dispendiosa procedura di taratura, specifica ad ogni specie vegetale. Il colore delle foglie non è influenzato solo dal contenuto in azoto della pianta ma anche da altri fattori (malattie, disturbi di crescita a causa di carenze o eccessi di altre sostanze nutritive oppure d'acqua, intensità di crescita dipendenti dalle condizioni meteorologiche, ecc.). Tutti questi fattori rendono più difficile una interpretazione affidabile dei valori misurati.

7.2. Foraggicoltura

La concimazione azotata in foraggicoltura supera raramente il 50% delle esportazioni di azoto da parte delle foraggere. Ciò è dovuto alla diversificazione delle fonti di azoto quali la mineralizzazione della sostanza organica del suolo, l'effetto residuo di apporti regolari di concime aziendale, l'azotofissazione delle leguminose e le deposizioni atmosferiche. La quantità globale annua di azoto dovrebbe essere distribuita per ogni singola utilizzazione: nella tabella 31 sono riportati i singoli apporti consigliati in funzione del tipo di copertura erbosa come pure dell'intensità e del sistema (prato da sfalcio o pascolo) di sfruttamento.

Ad eccezione delle miscele a base di erba altissima, avena bionda e bromi (miscele 450, 451 e 455), su tutti i nuovi impianti con miscele standard si raccomanda un apporto all'emergenza di 30 kg N/ha.

Le quantità indicate nella tabella 31 sono valide per un normale numero di utilizzazioni annuali corrispondenti alle indicazioni riportate nella tabella 3. La resa media per ogni utilizzazione in un prato da sfalcio è stimata a 25 q SS/ha, mentre in un pascolo sfruttato intensivamente ammonta solamente a 15 q SS/ha.

Nella misura in cui il numero effettivo di utilizzazioni sia maggiore, si eviti di concimare dopo ogni sfruttamento oppure si riduca la quantità di concime per ogni apporto, in modo tale che la somma di tutti gli apporti non superi la quantità globale annua di azoto raccomandata (= numero di utilizzazioni x norma secondo la tabella 31).

Gli apporti di azoto raccomandati mirano a perseguire composizioni botaniche con un rapporto equilibrato fra le tre specie: graminacee da 50 al 70%, leguminose da 10 al 30% (nei prati artificiali seminati con miscele L o M, la proporzione può aumentare fino al 70%) e altre erbe da 10 al 30% (al massimo 40% nei prati da sfalcio di montagna).

Riducendo le quantità di azoto ad ogni apporto si favorisce lo sviluppo delle leguminose mentre un aumento degli apporti azotati sospinge la crescita delle graminacee o delle altre erbe soprattutto nei luoghi meno favorevoli alla foraggicoltura. In tutti i casi si consiglia di non superare i 50 kg N/ha per ogni apporto. In montagna si sconsiglia di superare le dosi raccomandate poiché vi sono maggiori rischi di degenerazione della composizione botanica.

Per i pascoli le quantità raccomandate per ciascun apporto sono di 10 kg inferiori rispetto a quelle per i prati da sfalcio. La quantità globale annua di azoto è però simile in entrambi i casi, poiché le superfici pascolate sono sottoposte ad un maggior numero di utilizzazioni. Ciò non significa però che l'azoto lasciato con gli escrementi degli animali non sia disponibile per le piante. Tuttavia queste ultime assorbono le deiezioni solo in parte poiché esse sono distribuite in modo non uniforme sulla superficie. Si considera inoltre che un pascolo abbia un maggiore fabbisogno di azoto per unità di resa (q/SS) rispetto a un prato da sfalcio, dal momento che di regola lo sfruttamento delle foraggere inizia più precocemente e la proporzione di trifogli regredisce. Questa leggera maggiorazione del fabbisogno azotato è compensata dall'effetto parziale dell'azoto restituito dagli animali al pascolo.

Prato da sfalcio:		Resa annuale (q SS/ha)	
Numero di utilizzazioni	=	25 (q SS/ha)	
Pascolo intensivo:		Resa annuale (q SS/ha)	
Numero di utilizzazioni	=	15 (q SS/ha)	

Tabella 31. Norme di concimazione per l'azoto in foraggicoltura a dipendenza dell'intensità e del tipo di sfruttamento.

Tipo di prato		Aporti raccomandati per ogni utilizzazione (kg N/ha)
Prati naturali		
sfruttamento intensivo	- sfalcio	30 ¹
	- pascolo	20 ¹
sfruttamento medio intensivo	- sfalcio	25
	- pascolo	15
sfruttamento poco intensivo	- sfalcio	15 ²
	- pascolo	0 ³
sfruttamento estensivo	- sfalcio	0
	- pascolo	0
Prati artificiali		
Miscele annuali e biennali		
- miscela a base di loglio italico e/o loglio westervoldico		30 ^{1,4}
Miscele triennali e di lunga durata		
- miscela a graminacee – erba medica (tipo L)		0 ^{4,5,6}
- miscela a graminacee – trifoglio violetto (tipo M)		0 ^{4,5}
- miscela a graminacee – trifoglio bianco (tipi G e G*)	- sfalcio	30 ^{1,4}
	- pascolo	20 ^{1,4}
- miscela a base di erba altissima, avena bionda o bromo (miscele standard 450, 451 e 455)		15 ^{2,7}
Colture intercalari, agostano		
- una utilizzazione		30 ⁴
- più utilizzazioni		30 ⁴
Produzione di sementi		
- leguminose pure		0 ⁴
- graminacee pure	- ricrescita per sementi	50 – 100 ^{4,8}
	- ricrescita per il foraggiamento	50

¹ Per i prati intensivi, naturali o artificiali (miscele annuali e biennali e miscele G o G* triennali e di lunga durata), l'apporto di azoto per ogni utilizzazione può essere leggermente aumentato nella misura in cui le condizioni naturali siano favorevoli e si voglia favorire le graminacee a scapito delle leguminose (in ogni caso, per ogni utilizzazione non bisogna distribuire delle dosi superiori a 50 kg N/ha).

² Sotto forma di letame ben decomposto, eventualmente di liquame fortemente diluito dopo il 1° sfalcio; bisogna però evitare l'impiego regolare di liquame e di azoto sotto forma minerale.

³ Sono tollerate le quantità di azoto presenti nel letame impiegato per coprire i fabbisogni in fosforo e potassio (tab. 3).

⁴ Si raccomanda un apporto di 30 kg N/ha all'emergenza, corrispondente all'apporto per la prima utilizzazione; se si tratta di una coltura intercalare svernante che verrà utilizzata solo dopo l'inverno, l'apporto di azoto deve essere differito alla primavera successiva.

⁵ Con presenza molto scarsa di trifogli, concimare come le miscele graminacee – trifoglio bianco.

⁶ Sono consigliati 30 kg/ha all'inizio della primavera.

⁷ Queste miscele non ricevono alcun apporto di azoto all'emergenza.

⁸ 50 kg N/ha all'inizio del periodo vegetativo in primavera ed un eventuale apporto complementare (di 50 kg N/ha al massimo a dipendenza dello sviluppo delle piante) all'inizio della levata delle graminacee.

7.3. Strategie per una concimazione azotata in condizioni di limitata disponibilità di azoto.

Allorquando la quantità di azoto aziendale è limitata oppure può essere impiegata con restrizioni (vincoli ecologici, ragioni economiche, coltivazione biologica) si pone sovente il problema della sua distribuzione sulle diverse colture. Le osservazioni che seguono possono rivelarsi utili per gestire in modo ottimale questa ripartizione.

- La distribuzione sulle singole colture deve tener conto di criteri economici (efficacia di determinati apporti sulla resa, vedasi tab. 32).
- Somministrare quantitativi di liquame sufficientemente diluito (almeno 1:2, meglio 1:3) e secondo il fabbisogno della pianta, per limitare le perdite (tabella. 52).
- Qualora l'intervento avvenga nel rispetto dei termini quantitativi e temporali, all'aumentare della proporzione di nitrato nel concime (urea, nitrato ammonico, nitrato di calcio) diminuisce il potenziale di perdita dell'azoto (per volatilizzazione di NH_3).
- Non applicare dosi superiori a 60 kg N/ha.
- Sfruttare sistematicamente e con coerenza le riserve del suolo in campicoltura (analisi $\text{N}_{\min}$).
- In primavera concimare le colture (cereali, colza) in modo parsimonioso per avere sufficiente azoto per le colture che devono essere concimate successivamente (bietole, patate, mais) sulla medesima parcella.
- Nei cereali considerare la possibilità di ridurre o addirittura sopprimere il terzo apporto di azoto.
- Di regola non concimare con azoto alla semina o alla piantagione di bietole, mais e patate.
- Nessuna riduzione dell'apporto di azoto sulle colture di patate a partire dallo stadio in cui i fusti raggiungono un'altezza di 10 - 15 cm. Tener conto del fabbisogno specifico di ciascuna varietà.
- Nei sovesci rinunciare agli apporti d'azoto.
- In foraggicoltura il concime azotato disponibile deve essere dapprima impiegato sulle parcelle più produttive, nei luoghi più favorevoli e sui terreni che possono essere sfruttati in modo *intensivo* (in funzione del loro fabbisogno).
- Economizzare azoto sui prati ricchi di leguminose e soprattutto sui prati sfruttati in modo poco *intensivo*.
- Nei prati e pascoli con sfruttamento *intensivo* rinunciare ad un apporto di azoto nei periodi siccitosi estivi (non sistematicamente sulla

medesima superficie e nemmeno per due accrescimenti successivi).

- Impiegare i concimi aziendali prioritariamente sui prati da sfalcio.
- Sulle superfici pascolate spandere liquame una o due volte al massimo, coprendo eventuali fabbisogni aggiuntivi di azoto mediante concimi minerali.

L'analisi comparativa di più procedimenti di concimazione nel corso della sperimentazione permette di calcolare la redditività degli apporti di azoto. Quest'ultima è però soggetta a forti oscillazioni che dipendono soprattutto dal contenuto di azoto minerale ($\text{N}_{\min}$) nel suolo al momento dell'apporto principale e dalla mineralizzazione dell'azoto da parte dei microrganismi terricoli nel corso del periodo di vegetazione. Nella tabella 32 vengono presentati, a mo' d'esempio, alcuni risultati sperimentali. I valori riportati sono da considerarsi indicativi. La tendenza e l'ordine di grandezza delle differenze fra i singoli apporti sulla medesima coltura (cerealicoltura) e fra le diverse colture sono per contro validi.

8. AMMENDAMENTI CALCAREI

Il tenore di calcare nel suolo è influenzato dalla roccia madre, dalla quale il suolo ha avuto origine, dall'andamento delle precipitazioni così come dall'influsso del tipo di sfruttamento. L'asportazione di calcio attraverso le colture (tab. 59) viene per lo più compensata dal tenore di calcio nei residui colturali, nei concimi aziendali e nei concimi a base di rifiuti così come dalla concimazione minerale, senza tuttavia influire in modo eccessivo sul bilancio del calcare del suolo (valori pH, tasso di saturazione in basi). Per il miglioramento del tenore di calcare di terreni più o meno acidi è necessaria una distribuzione mirata con ammendamenti calcarei sotto forma di ossido di calcio (CaO), di carbonato di calcio (CaCO_3) o di carbonato di magnesio (MgCO_3). Sui terreni con valori pH compreso fra 5,9 e 6,5 è raccomandabile un regolare impiego di concimi azotati, fosforici e/o magnesiaci contenenti calcio o aventi azione alcalinizzante.

Con valori pH inferiori a 5,9 in campicoltura rispettivamente a 5,5 in foraggicoltura si deve pianificare un ammendamento calcareo mirato tenendo conto anche di altri fattori (tasso di saturazione in basi, composizione botanica dei prati).

Le entità degli eventuali ammendamenti calcarei sono indicate, conformemente all'usanza internazionale, sotto forma di CaO (ossido di calcio). L'effetto neutralizzante

Tabella 32. Redditività della concimazione azotata e utilizzazione dell'azoto su alcune colture di pieno campo (esempi di risultati sperimentali). Medie calcolate nel corso di sperimentazioni durate da 3 a 5 anni, prendendo in considerazione da 2 a 8 luoghi differenti e da 2 a 6 varietà. Numero di prove: frumento autunnale 36; orzo autunnale 7; colza 8; patate 13; maïs 34; bietole da zucchero 22.

Colture	Tenore medio in N _{min} del suolo	Calcolo dell'apporto di azoto (Formula N _{min})	Concimazione media con azoto		Resa media supplementare per kg N concimato	Utilizzazione dell'azoto (N supplementare assorbito per 100 kg N concimato)
			(kg N/ha)	Epoca		
Frumento autunnale						
- 1° apporto N	38	120-N _{min}	82	Risv. veget.,	20 kg granella	54
- 2° apporto N (oltre al 1° apporto)		-	(82)+ 30	1 nodo	13 kg granella	72
- 3° apporto N (oltre al 1° e al 2° apporto)		-	(82+30)+ 50	Dopo stadio 37	8 kg granella	62
Orzo autunnale						
- 1° apporto N	26	80-N _{min}	54	Risv. veget.	24 kg granella	55
- 2° apporto N (oltre al 1° apporto)		-	(54)+ 30	1 nodo	12 kg granella	63
- 3° apporto N (oltre al 1° e al 2° apporto)		-	(54+30)+ 50	Dopo stadio 37	6 kg granella	58
Colza						
- Dose di azoto subottimale		-	100	Risv. veget.	6 kg granella	
- Apporto complementare N (oltre alla dose di azoto subottimale)		-	(100)+ 40	Dopo inizio vegetazione	4 kg granella	
Patate						
- Dose di azoto subottimale (riduzione di 40 kg N/ha risp. alla dose ottimale)	95 ¹	160-N _{min}	95²	h piante 15 cm	84 kg tuberi	56
- Complemento N (oltre alla dose di azoto subottimale, per arrivare alla dose ottimale)	95 ¹	200-N _{min}	(95)+ 40	h piante 15 cm	27 kg tuberi	23
Mais						
- Dose di azoto subottimale (riduzione di 40 kg N/ha risp. alla dose ottimale)	115 ¹	160-N _{min}	75²	6 - 8 foglie	27 kg granella	50
- Complemento N (oltre alla dose di azoto subottimale, per arrivare alla dose ottimale)	115	200-N _{min}	(75)+ 40	6 - 8 foglie	13 kg granella	43
Bietola da zucchero						
- Dose di azoto subottimale (riduzione di 40 kg N/ha risp. alla dose ottimale)	120	160-N _{min}	80²	6 - 8 foglie	99 kg radici con 16 kg di zucchero raffinato	69
- Complemento N (oltre alla dose di azoto subottimale, per arrivare alla dose ottimale)	120	200-N _{min}	(80)+ 40	6 - 8 foglie	41 kg radici con 5 kg di zucchero raffinato	65

¹ Dopo un apporto di 30 kg N/ha alla semina o alla piantagione.

² Compreso il quantitativo di 30 kg N/ha alla semina o alla piantagione.

Tabella 33. Valutazione della dose di calce da applicare in funzione del valore pH e del contenuto d'argilla del suolo

pH (H ₂ O) del suolo	Apporto di CaO (q/ha)					
	meno del 10% d'argilla		10 a 30% d'argilla		più del 30% d'argilla	
	Campicoltura e prati artificiali	Prati naturali	Campicoltura e prati artificiali	Prati naturali	Campicoltura e prati artificiali	prati naturali
< 5,0	20	10	30	15	35	20
5,0 - 5,5	15	7,5	25	12,5	30	17,5
5,6 - 6,2	10	5	20	10	25	15
> 6,2	0	0	0	0	0	0

deriva dal composto idrossido di calcio $[Ca(OH)_2]$ che nel suolo si forma a partire da CaO o da $CaCO_3$.

Per definire gli apporti di calce sono disponibili due metodi d'apprezzamento: l'uno si serve del valore pH (H_2O) del suolo per fornire una valutazione (tab. 33), mentre l'altro, basato sulla capacità di scambio cationico, consente una quantificazione notevolmente più precisa. Nella tabella 34 sono riportati gli apporti di calce raccomandati in relazione alla capacità di scambio cationico e alla saturazione in basi del suolo così come al tipo di sfruttamento. Va comunque accennato che per la foraggicoltura un ammendamento calcareo può essere

di regola necessario quando la saturazione in basi è inferiore a 50%, mentre in campicoltura il valore corrispondente è del 60%.

Con valori di pH del suolo superiori a 6,2 gli apporti specifici di calce possono comportare dei rischi, pertanto si devono eseguire solo in via eccezionale ed in quantità limitata (al massimo 10 – 15 q CaO/ha).

La calcitazione nelle rotazioni colturali che includono la patata deve essere evitata per non incorrere in importanti cali di resa. Questa è una coltura sensibile che non manifesta sintomi visibili di carenze durante la vegetazione.

Tabella 34. Calcolo degli ammendamenti calcarei in funzione della saturazione in basi e della capacità di scambio cationico (CSC) del suolo.

Gli apporti sono stati calcolati per gli strati di suolo da 0 a 20 cm. I fattori di conversione per le diverse forme di calcare sono contenuti nella tabella 61.

Tasso di saturazione in basi (%)		Dosi di CaO (q/ha) secondo la capacità di scambio cationico (meq/100 g di terra)			
Campicoltura e prati artificiali	Prati naturali	< 10	10 - 15	15 - 20	> 20
> 60	> 50	0	0	0	0
50 - 60	40 - 50	7,3	12,5	15,5	20,0 ¹⁾
40 - 49	30 - 39	10,0	19,0	21,5 ¹⁾	28,0 ¹⁾
< 40	< 30	13,0	24,5 ¹⁾	27,5 ¹⁾	36,0 ¹⁾

¹⁾ Suddividere in 2 fino 3 distribuzioni con un intervallo di 2 a 4 anni. Prima della distribuzione della seconda risp. terza frazione, è raccomandabile ripetere la determinazione del valore pH del suolo.

9. ZOLFO E OLIGOELEMENTI

Oltre agli elementi nutritivi principali, in avvenire si consacrerà maggiore attenzione allo zolfo. Normalmente per le condizioni svizzere, una concimazione regolare con altri elementi, in particolare con microelementi, non è necessaria. Grazie alla composizione della roccia madre, la maggior parte dei terreni contengono sufficienti quantità di microelementi per l'ottenimento di rese ottimali e di qualità ineccepibile.

9.1. Zolfo

Il fabbisogno di zolfo viene coperto principalmente attraverso i residui della raccolta, i concimi aziendali, i concimi a base di rifiuti e la concimazione minerale.

Nei decenni che precedettero il 1980, gran parte delle immissioni nel suolo di componenti solforiche, legata alla combustione di carbone e prodotti petroliferi, provenivano dall'atmosfera con le precipitazioni. Questi apporti erano dell'ordine di 30 – 50 kg S/ha per anno con punte fino a 100 kg S/ha per anno attorno agli agglomerati urbani. In tal modo fu anche possibile assicurare il fabbisogno di colture esigenti (tab. 36).

La concimazione con zolfo è stata perciò tralasciata nella pratica. La sostituzione del carbone con il petrolio, e soprattutto l'inizio della desolforazione dei prodotti petroliferi avvenuta negli anni ottanta del secolo scorso, ha condotto ad una forte riduzione degli apporti tramite la pioggia. Quale conseguenza, sono stati constatati in casi sporadici delle carenze da zolfo sulle colture più esigenti.

9.1.1. Procedura per valutare il rischio di carenza di zolfo

A tutt'oggi, le possibilità di valutare in modo affidabile il rischio di carenza da zolfo si trovano ancora in uno stadio di sviluppo embrionale. La maggior parte delle riserve di zolfo nel suolo si trova in forma organica (humus, concimi organici). La sua mineralizzazione è parallela a quella dell'azoto e il solfato (SO_4^-) che si forma ha un comportamento analogo al nitrato.

La pianta assorbe lo zolfo sotto forma di solfato. Appare pertanto logico che il solfato possa venir determinato nell'estratto dei campioni $N_{\min}$ (metodo $S_{\min}$).

Il risultato è così generalmente indicato quale valore $S_{\min}$. Da qualche tempo, sono in corso in Germania

esperimenti di taratura del metodo $S_{\min}$. L'interpretazione dei valori $S_{\min}$ appare però nettamente meno affidabile di quella dei valori $N_{\min}$.

Sovente però la combinazione delle caratteristiche di fattori pedoclimatici e gestionali del fondo permette di valutare sufficientemente il potenziale di copertura del fabbisogno di zolfo delle colture. La stima si basa sul contenuto di sostanza organica, argilla e sassi (scheletro), come pure sulla profondità del terreno, sulle precipitazioni invernali e primaverili, sulla frequenza delle concimazioni aziendali e sul potenziale di resa del luogo in esame (tabella 35). Mettendo in relazione queste valutazioni con il fabbisogno in zolfo delle colture si arriva a formulare una stima attendibile delle necessità di concime a base di zolfo (tabella 36).

Tabella 35. Criteri per la valutazione del rischio di carenza di zolfo mediante punteggiatura.

I punti ottenuti per ogni criterio di valutazione si sommano.

Il totale è poi paragonato con i dati della tabella 36.

Criteri	Quantificazione del criterio	Punti
Contenuto d'argilla del suolo (%)	< 10	1
	10 - 30	3
	> 30	5
Contenuto di humus del suolo (%)	< 2	1
	2 - 5	3
	> 5	5
Profondità utile del suolo (cm)	< 30	1
	30 - 70	5
	> 70	7
Scheletro del suolo (volume in %)	> 30	1
	10 - 30	3
	< 10	5
Precipitazioni ottobre - marzo (mm)	> 540	1
	da 370 a 540	3
	< 370	5
Impiego di concimi aziendali	mai	1
	meno di 1 volta ogni 3 anni	3
	almeno 1 volta ogni 3 anni	5
Livello di resa	superiore alla media	1
	>120% rispetto ai valori della tab. 2	3
	medio	3
	80 -120% risp. ai valori della tab. 2	5
	inferiore alla media	5
	< 80% rispetto ai valori della tab. 2	5

Tabella 36. Asportazioni di zolfo di alcune colture e calcolo della concimazione sulfurea.

Colture	Asportazione di zolfo (kg S/ha)	Concimazione con zolfo, in kg S/ha, in base al punteggio ottenuto nella tabella 35.		
		meno di 14 punti	14 - 20 punti	più di 20 punti
Colture molto esigenti				
Colza	80	60	40	20
Cavoli	72	60	40	20
Colture mediamente esigenti				
Cipolle e aglio	35	25	15	0
Graminacee foraggere	35	25	15	0
Bietole da zucchero e da foraggio	34	25	15	0
Erba medica	30	20	15	0
Mais	28	20	15	0
Colture poco esigenti				
Frumento	23	20	0	0
Orzo	20	10	0	0
Patate	20	10	0	0
Altre colture	< 20	0	0	0

9.1.2. Forma e epoca della concimazione sulfurea

Dal momento che il solfato prelevato dalle piante si comporta come il nitrato, un'eventuale concimazione con zolfo deve avvenire in base alle regole della concimazione minerale azotata.

L'approvvigionamento di base del suolo è di regola assicurato dai concimi aziendali (1 tonnellata di letame o 1m³ di liquame bovino contengono circa 0,3 – 0,4 kg S). Il modo migliore per eseguire una concimazione sulfurea mirata è quello d'impiegare un concime azotato contenente zolfo (tab.57). Pure appropriate sono le concimazioni primaverili con potassio e magnesio minerali o tramite concimi composti (tab. 57) con sufficiente tenore di zolfo. In presenza di sintomi di carenza è possibile coprire, a corta scadenza, parte del fabbisogno di zolfo della pianta ricorrendo ad una concimazione fogliare con solfato di magnesio (epsomite).

9.2. Boro e manganese

Una concimazione con boro e manganese è necessaria solo in circostanze speciali. Una concimazione con boro è particolarmente raccomandabile su terreni alcalini per colture esigenti di questo elemento (bietole, colza, girasole) nell'ordine di 1,5 a 2 kg di boro per ettaro.

Su terreni alcalini, ricchi di humus, la disponibilità di manganese viene ridotta. La tabella 37 dà informazioni sul calcolo di eventuali apporti di manganese e boro in base all'analisi del suolo, a dipendenza del contenuto di humus, del valore pH e del fabbisogno delle colture. L'interpretazione dei risultati dell'analisi del suolo è descritta anche nella tabella 10.

In questa sede va esplicitamente detto che inadatti apporti di calce possono condurre a serie difficoltà riguardanti l'approvvigionamento in boro e manganese delle piante (antagonismo). L'analisi del contenuto di altri microelementi nel suolo è indicata solo in via eccezionale dopo aver consultato il Servizio di consulenza o le Stazioni di ricerca agronomica.

Tabella 37. Calcolo della concimazione con boro e manganese sulla base dei risultati delle analisi del suolo, del contenuto di humus, della reazione del suolo e del fabbisogno delle diverse colture. (Classi di approvvigionamento vedi tab. 10)

Elemento	Classe di fertilità	Valutazione	Contenuto di humus nel suolo < 10%		Contenuto di humus nel suolo > 10%			
					Terreni acidi e leggermente acidi		Terreni leggermente alcalini, alcalini e neutri	
			Colture poco esigenti	Colture esigenti ¹	Colture poco esigenti	Colture esigenti ¹	Colture poco esigenti	Colture esigenti ¹
Boro	A	povero	1,5-2,0 Kg B/ha ²	2,5-3,0 kg B/ha ²	1,5-2,0 kg B/ha ²	2,5-3,0 kg B/ha ²	1,5-2,0 kg B/ha ²	2,5-3,0 kg B/ha ²
	B	moderato	---	1,5-2,0 kg B/ha ²	---	2,0-2,5 kg B/ha ²	---	2,0-2,5 kg B/ha ²
	C,D,E	sufficiente a molto ricco	---	---	---	---	---	---
Manganese	A	povero	20-40 kgMn/ha ²	30-50 kg Mn/ha ²	30-50 kg Mn/ha ²	40-60 kg Mn/ha ²	10-15 kg /ha Solfato di manganese ³	10-15 kg/ha Solfato di manganese ³
	B	moderato	20-40 kg Mn/ha ²	20-40 kg Mn/ha ²	20-40 kg Mn/ha ²	20-40 kg Mn/ha ²	10-15 kg/ha Solfato di manganese ³	10-15 kg/ha Solfato di manganese ³
	C	sufficiente	---	---	---	---	---	---

¹ Boro: bietole, colza, girasole. Manganese: cereali, leguminose, bietole.

² Concimazione del terreno (il boro può essere distribuito sotto forma di borace, polverizzato sul terreno sotto forma di acido borico oppure sparso sotto forma di concimi completi contenenti sufficienti quantità di boro).

³ Concimazione fogliare (in 600 fino a 1000 litri d'acqua). Sovente è necessario ripetere più volte l'impiego di queste quantità. Al posto del solfato di manganese possono essere utilizzati anche altri concimi contenenti del manganese idonei al trattamento fogliare (osservare le quantità e le direttive per l'utilizzazione). Una concimazione sul terreno in queste condizioni del suolo è sovente inefficace.

10. RESIDUI COLTURALI

Le norme di concimazione indicano sempre il fabbisogno per la produzione principale e per i sottoprodotti (tab. 2). Quando i sottoprodotti (paglia, stelo, foglie, ecc.) rimangono sul campo al momento della raccolta, il loro tenore in sostanze nutritive va sottratto dalla norma per la concimazione successiva.

In caso di sgombero dei sottoprodotti (residui colturali), la quota normalmente raccolta può essere tratta dalla tabella 38 oppure valutata. La differenza fra le quantità di fosforo, potassio e magnesio (tab. 2) contenute nel totale del sottoprodotto e quelle contenute nella parte sgomberata, va sottratta dalla norma per la coltivazione successiva. Nella tabella 38 è indicata la disponibilità d'azoto nei residui colturali per la coltura successiva.

Tabella 38. Quota di sottoprodotti (residui colturali) raccolti abitualmente e restituzione di azoto per la coltura successiva in caso di permanenza sul terreno dei sottoprodotti.

Le indicazioni di questa tabella possono essere utilizzate solo se si lascia sul campo almeno la metà dei residui colturali.

Culture	Sottoprodotti (Residui colturali)	Quota (%) di sottoprodotti raccolti abitualmente (tab. 2)	Restituzione di azoto tramite i residui colturali, disponibile per la coltura successiva (kg N/ha) ¹
Cereali	Paglia	65	0
Mais granella e CCM	Steli	0	0
Patate per il consumo e per la trasformazione industriale	Foglie, steli	0	0
Patate precoci e da semina	Foglie, steli	0	10
Bietole da zucchero e da foraggio	Foglie	65	20
Colza	Paglia	65	0
Girasole	Steli	0	0
Canapa e lino da olio	Pailles	0	0
Canapa da fibra	Foglie / granella	0	10
Lino da fibra	Granella	0	0
Leguminose da granella	Paglia	0	20
Cavolo per crauti	Fusti e foglie	0	20
Cavolo di Bruxelles	Fusti e foglie	0	20
Cicoria belga – indivia	Foglie	0	0
Carote	Foglie	0	10
Piselli e fagioli per la trasformazione industriale	Foglie	0	20
Cipolle	Residui	0	0
Spinaci	Residui	0	10
Tabacco	Steli	0	0

¹ Dopo l'interramento nel suolo della paglia di cereali o degli steli di mais, la concimazione della coltura successiva dovrà eventualmente prevedere un maggior apporto di azoto da 10 fino a 20 kg /ha (tab. 23).

11. CONCIMI AZIENDALI

Sulla maggior parte delle aziende, la quantità di sostanze nutritive contenute nei propri concimi aziendali (letame, liquame, colaticcio) copre una parte considerevole del fabbisogno nutrizionale delle colture. Per questo motivo, in tutte le aziende con detenzione di animali, il giusto impiego dei concimi aziendali è determinante per una fertilizzazione economica e confacente alle esigenze delle piante. Dal momento che i concimi aziendali impiegati in modo inadeguato sono dannosi per l'ambiente, l'accurata gestione degli stessi ricopre una grande importanza ecologica. L'impiego mirato dei concimi aziendali è reso difficile dalle grandi

quantità prodotte, dal contenuto di elementi nutritivi relativamente scarso e non precisamente conosciuto, così come dall'insicura disponibilità delle diverse forme di azoto contenute. Differenze più o meno importanti rispetto ai valori indicativi sono riscontrabili anche a livello aziendale, tuttavia questi valori rappresentano l'unica possibilità di paragonare i concimi aziendali dal punto di vista quantitativo e qualitativo. I valori indicativi, in combinazione con le informazioni su possibili variazioni ed i consigli generali, costituiscono pertanto un valido contributo per utilizzare i concimi aziendali in modo giudizioso sul piano agronomico ed ecologico. Valori indicativi possono in questo senso aiutare a meglio gestire questi problemi.

11.1. Quantità prodotte e contenuti

11.1.1. Produzione di elementi fertilizzanti da parte degli animali da reddito

Con gli escrementi gli animali da reddito espellono nuovamente una grande parte delle sostanze nutritive ingerite con il foraggio (tabella 39). La proporzione eliminata può variare nei limiti indicati sulla tabella anche nel medesimo ambito aziendale, a dipendenza del foraggiamento, del livello di resa, della salute degli animali, ecc.

Tramite l'applicazione di questi escrementi quali concimi, il ciclo degli elementi nutritivi all'interno dell'azienda può in buona parte venire richiuso. Tutte le indicazioni inerenti i contenuti dei concimi aziendali si fondano su calcoli di piani di foraggiamento per differenti razioni. (eccezioni: *N solubile* deriva da risultati analitici di concimi aziendali e *N disponibile* si basa sulle risultanze di una lunga attività di ricerca).

I contenuti di sostanze nutritive nei foraggi sono presi dalle norme di foraggiamento della Stazione federale di Posieux (RAP). I tenori dei prodotti animali sono contenuti nella tabella 60. La tabella 40 mostra le quantità di elementi nutritivi che possono essere prodotte per posto bestiame e per anno in condizioni di produzioni medie. La tabella 41 riporta le informazioni inerenti i dati che stanno alla base delle definizioni e dei presupposti nonché le considerazioni su eventuali variazioni dai valori indicativi. Qualora le informazioni contenute nella tabella 41 non dovessero bastare per tenere in considerazione determinate tecniche di produzione, le sostanze espulse possono essere calcolate mediante appositi bilanci. Le quantità di elementi ingeriti sono determinate a partire dal consumo e dai tenori dei foraggio (compresi i sali minerali, ecc.).

Da questa quantità si deducono gli elementi ritenuti nei prodotti animali (compreso l'accrescimento). I dati inerenti il contenuto dei prodotti animali si trovano nella tabella 60 allegata.

Tabella 39. Quota di azoto (N), fosforo (P) e potassio (K) restituita con gli escrementi rispetto alla quantità ingerita con il foraggio.

Specie animale	N (%)	P (%)	K (%)
Vacca da latte	65-80	65-80	85-95
Bovino da ingrasso	75-85	70-85	96-98
Suino da ingrasso, suinetto compreso	75-85	75-85	90-98
Suino da ingrasso	70-80	75-85	90-97
Ovaiola	65-80	85-90	85-95
Pollo da ingrasso	55-65	50-65	70-80

Tabella 40. Quantità annuali di sostanze nutritive (per unità animale) contenute nelle deiezioni (feci e urina) di diverse specie animali.

Le relative descrizioni e osservazioni (note) sono contenute nella tabella 41.

Tutte le indicazioni corrispondono alle deiezioni animali prodotte (senza strame) con un'intensità di produzione media e con un'alimentazione conforme alle raccomandazioni delle Stazioni di ricerca. In casi particolari di produzioni animali con cicli più corti o che non si estendono sull'arco di un anno intero, vengono indicati, oltre ai valori per posto, anche quelli per animale. I tempi morti usuali fra due rotazioni sono inclusi nei dati per posto animale e per anno.

Specie animale / orientamento produttivo	Elementi fertilizzanti prodotti tramite le deiezioni (kg / anno) ^{1,2,3}					Consumo di foraggio di base (q SS/anno)
	N ⁴	P ₂ O ₅	K ₂ O ⁵	Mg	Ca	
Vacca da latte: produzione annua 6000 kg ⁶	110	39	175	11	43	55
Vacca madre o vacca nutrice ⁷	80	30	120	8	30	40
Bovino d'allevamento	meno di 1 anno ⁸	25	7,5	35	4	10
	da 1 a 2 anni ⁸	40	13	60	5	15
	più di 2 anni ^{8,9}	55	20	75	7	23
Vitello da ingrasso ¹⁰	per posto	13	4	7	0,3	1,5
	per animale macellato	5	1,5	2,7	0,1	0,6
Vitello allattato ¹¹	per animale e posto	34	8	34	2	8
Bovino d'ingrasso	per posto	33	11	33	4	9
	per animale macellato	41	14	41	5	11
Bovino d'ingrasso al pascolo	per posto	40	12	55	4	13
	per animale macellato	65	18	80	6	20
Toro		50	18	85	5	20
Giumenta con puledro ¹⁴		52	31	88	7	23
Altro cavallo	di più di 3 anni ¹⁵	44	23	75	5	19
Puledro	da 0,5 a 3 anni	42	19	68	4	14
Posto capra ¹⁶		16	5	22	1,5	6
Posto pecora ¹⁶		12	4,5	20	2	7
Posto pecora da latte ¹⁶		21	9	32	3	9
Cervo ¹⁷	per unità	20	7	29	2,4	8
Daino ¹⁷	per unità	40	14	58	4,8	16
Bisonte di più di 3 anni		60	30	110	6	30
Bisonte di meno di 3 anni		20	10	45	2,5	11
Lama di più di 2 anni		17	6,5	28	1,7	6
Lama fino a 2 anni		11	4	15	1	3
Alpaca di più di 2 anni		11	4	18	1	4
Alpaca fino a 2 anni		7	2,5	9	0,5	2
Suino d'ingrasso / rimonta ¹⁸	per posto	13	6	7	1	2
	per animale	4	2	2,3	0,3	0,7
Posto suino d'allevamento ¹⁹		35	19	19	3	12
Verro		18	10	10	1,5	6
Scrofa allattante ¹⁹	per posto	42	23	18	4	15
	per scrofa e rotazione	5,1	2,8	2,2	0,5	1,8
Scrofa in gestazione ¹⁹	per posto	20	11	13	2	8
	per scrofa e rotazione	6,5	3,5	4,2	0,6	2,6
Suinetto svezzato ¹⁹	per posto	4,6	2,6	2,5	0,4	2
	per suinetto allevato	0,4	0,2	0,2	0,04	0,2
Ovaiole ²⁰	per 100 posti	71	46	25	6	75
Pollastrelle ²¹	per 100 posti	34	16	12	2,3	18
	per 100 animali allevati	15	7	5	1,0	8
Polli d'ingrasso ²²	per 100 posti	40	15	15	3	10
	per 100 animali macellati	5,5	2,2	2	0,3	1
Tacchino d'ingrasso ²³	per 100 posti	140	70	40	18	35
	per 100 animali macellati	48	25	13	6,5	12
Struzzo fino a 13 mesi		11	6	8	0,8	8
Struzzo di più di 13 mesi		24	10	15	1,3	15
Posto per coniglia madre ²⁴		9	6	5	1	4

^{1 a 24} Vedasi tabella 41.

Tabella 41. Definizioni delle specie d'animali, categorie e osservazioni (note) relative alla tabella 40.

Note nella tab. 40	Criterio / parola chiave	Osservazioni / indicazioni
1	Paglia, materiale per lettiera	Nelle stalle con rastrelliera l'impiego giornaliero di materiale per lettiera è pari a 1,5-2 kg di paglia per vacca. Ciò corrisponde, per paglia con tenori medi, ad una produzione annua di 3,1 kg N, 1,1 kg P ₂ O ₅ , 9 kg K ₂ O e 0,5 kg Mg (tab. 59).
2	Correzione del numero di animali (alpeggio, ecc.)	Con alpeggio e con occupazione stagionale, si deve adattare proporzionalmente la produzione di elementi fertilizzanti al numero di giorni di foraggiamento.
3	Composizione delle razioni	I valori si riferiscono a razioni medie usuali. Per il bestiame lattiero (compreso l'allevamento, ma non gli animali d'ingrasso), le deiezioni di azoto e soprattutto quelle di K ₂ O possono risultare inferiori se una forte proporzione della razione è costituita da mais (insilato, cubetti). In questi casi, si può far capo alle seguenti formule per correggere il contenuto delle deiezioni: - Fattore di correzione per deiezioni di K ₂ O (%) = (proporzione di mais nella razione di base invernale x 0,1) + (proporzione di mais nella razione di base estiva x 0,4). Esempio: con una proporzione di mais del 30% di mais in inverno e del 20% in estate: fattore di correzione = (30 x 0,1) + (20 x 0,4) = 3 + 8 = 11; le deiezioni di K ₂ O si riducono di conseguenza di 11% rispetto a quelle indicate nella tabella 40. - Fattore di correzione per deiezioni di N (%) = proporzione di mais nella razione estiva x 0,4 (nessuna correzione per il foraggiamento invernale). Non è necessario apportare correzioni in altre razioni, né per altri generi di animali, salvo quando si perseguono strategie nutrizionali particolari (p.es. foraggiamento ecologico).
4	Disponibilità di azoto per le piante	Tenuto conto delle perdite in stalla, durante lo stoccaggio e lo spandimento come pure di una disponibilità solo parziale (N _{disp} , tab. 62) della parte organica di azoto, le quantità di azoto riportate non corrispondono alle quantità che possono venire utilizzate nella concimazione. In generale, si presume che a medio termine ca. il 60% dell'azoto totale contenuto nei concimi aziendali sia a disposizione delle piante. Tenendo conto delle inevitabili perdite nella stalla e durante lo stoccaggio, questo corrisponde ad una disponibilità globale, per l'insieme dell'azienda, di circa il 50% dell'azoto prodotto dagli animali con gli escrementi. Questi valori sono soggetti a grandi variazioni a seconda del genere di animale, del sistema di stabulazione e delle condizioni locali. Questi valori devono innanzitutto essere considerati quali valori di riferimento per regioni estese. Nel caso di aziende singole contano in misura maggiore la specie animale e le condizioni del suolo.
5	Potassio contenuto negli escrementi di animali che consumano foraggi grossolani	Per le aziende con un tenore medio di potassa nei foraggi secchi pari a 20-25 g K per Kg SS, la quantità di potassa negli escrementi di animali che consumano principalmente dei foraggi grossolani risulta ca. del 15% inferiore. Con un tenore medio nei foraggi secchi inferiore a 20 g K per kg SS, la quantità di potassio presente nelle deiezioni risulta inferiore del 30%.
6	Vacca da latte	Peso medio al termine della crescita: 650 kg. Produzione annua di latte: 6000 kg. Per ogni 1000 kg di latte prodotti in meno bisogna ridurre le deiezioni del 10% e per ogni 1000 kg in più aumentarle del 5%. Queste correzioni tengono conto delle differenze di peso vivo. A una medesima produttività lattiera, un animale che pesa 100 kg di meno ingerisce ed espelle il 6% di meno.
7	Vacca madre o nutrice	Vacca madre (1 vitello) senza vitello, per razze il cui peso vivo raggiunge circa 600 kg e più. Per le vacche nutrici (2 vitelli per vacca), la quantità espulsa ammonta a 90 kg N, 32 kg P ₂ O ₅ , 125 kg K ₂ O, 8,5 kg Mg e 32 kg Ca mentre il consumo di foraggio di base è di 45 q per anno. Per le razze che raggiungono un peso vivo di 450 kg, la quantità espulsa ammonta a 70 kg N, 26 kg P ₂ O ₅ , 110 kg K ₂ O, 7 kg Mg e 28 kg de Ca con un consumo di foraggio di base di 35 q par anno.
8	Bovini d'allevamento	Dalla nascita sino al primo parto viene calcolata una produzione di 90 kg N, 30 kg P ₂ O ₅ , 130 kg K ₂ O e 11 kg Mg. La suddivisione per i diversi anni dipende dall'intensità della produzione rispettivamente dall'età al momento del primo parto. Le indicazioni della tabella sono valide per un'età al primo parto di ca. 30 mesi. I vitelli che sono venduti ad un'età di 3 – 6 settimane non sono considerati.
9	Bovini d'allevamento con età superiore a 2 anni.	Se il primo parto avviene con un'età inferiore a 3 anni, si può correggere il valore corrispondente al 3° anno. Per esempio primo parto ad un'età di 30 mesi : 50% delle quantità indicate.
10	Vitello d'ingrasso	Ingrasso da 50 kg fino a ca. 200 kg, con un accrescimento giornaliero di 1250-1300 g (2,6 rotazioni per posto ingrasso vitelli e anno).
11	Vitello di vacca nutrice	Raggiunge un peso di ca. 350 kg ad un'età di ca. 10 mesi. Possibile solo una rotazione per anno. Se gli animali sono ingrassati fino a ca. 400 kg, le deiezioni (per animale e per posto) ammontano a 43 kg N, 11 kg P ₂ O ₅ , 45 kg K ₂ O, 3 kg Mg e 11 kg Ca, per un consumo di foraggio di base di 16 q.
12	Bovino d'ingrasso (intensivo)	Ingrasso intensivo da 65 kg fino a 520 kg con un accrescimento giornaliero di 1100 g (torello). Se gli animali sono messi in stalla dopo lo svezzamento, la produzione per posto e per anno (ca. 1 rotazione per anno, accrescimento giornaliero 1200 g) ammonta a 38 kg N, 13 kg P ₂ O ₅ , 39 kg K ₂ O, 5 kg Mg e 10 kg Ca, per un consumo di foraggio di base di 17 q. Per i vitelli in preingrasso, si possono utilizzare i valori previsti per i vitelli d'ingrasso.
13	Bovino d'ingrasso al pascolo	Ingrassamento al pascolo con uno o due periodi di pascolamento (circa 17 rispettivamente 22 mesi), dalla nascita fino ad un peso finale di circa 530 kg.
14	Giumenta con puledro	Il puledro nato in primavera rimane con la madre fino all'autunno. Nel caso che il giovane animale dovesse rimanere più a lungo sull'azienda, bisognerà calcolarlo separatamente. La quantità di foraggio di base non viene maggiorata rispetto a quella per un cavallo d'equitazione o da traino poiché il fabbisogno di base supplementare della giumenta è coperto da foraggio concentrato. Se il foraggio concentrato è composto unicamente da avena (massimo 700 kg per anno), il consumo di foraggio grossolano aumenta di 5 q.
15	Altro cavallo di età superiore a 3 anni	Cavallo adulto con peso medio di 550 kg. I valori relativi agli animali più leggeri (pony, asino, giovani cavalli, ecc.) possono essere convertiti in funzione del peso effettivo. I valori sono validi per carichi di lavoro ridotti (1 ora di lavoro al giorno, equitazione). In caso di sollecitazioni più importanti le deiezioni di N e P ₂ O ₅ aumentano di 7% per ora mentre quelle degli altri elementi del 4%.
16	Posto per capra	Madre, compresi gli animali destinati alla rimonta, all'ingrasso e una parte del becco.

Continua.

Tabella 41: Continuazione

Note nella tab. 40	Criterio / parola chiave	Osservazioni / indicazioni
16	Posto per pecora	Madre, compresi gli animali destinati alla rimonta, all'ingrasso e una parte del montone. Questi valori si riferiscono a una produzione con impiego prevalente di foraggi prodotti su prati estensivi. Con una produzione più intensiva con fieno buona qualità e insilato, le quantità prodotte ammontano a 18 kg N, 6 kg P ₂ O ₅ , 25 kg K ₂ O, 2 kg Mg e 7 kg Ca mentre il consumo di foraggio di base è di 7,2 q per anno.
16	Posto pecora da latte	Madre, compresi gli animali destinati alla rimonta, all'ingrasso e una parte del montone.
17	Cervo	Un'unità cervo è composta da una madre e dai piccoli fino all'età di 16 mesi. Animali giovani che superano quest'età sono calcolati separatamente. Un'unità cervo corrisponde a due animali in aprile (censimento degli animali).
18	Posto suini all'ingrasso	Un posto suini d'ingrasso (PSI) corrisponde ad un posto per l'ingrasso di un animale da 25 a 100 kg con un accrescimento giornaliero medio di 700-800 g (ca. 3 – 3,2 rotazioni per anno). La produzione di fosforo è calcolata in base ad un contenuto di 6 g P per ogni kg di foraggio (13,5 MJ EDS per kg di foraggio). Variazioni di 1 g P/kg di foraggio, comportano un'aumento o una diminuzione di circa 25%. La produzione di azoto si basa su un tenore di proteina grezza (PG) di 170 g per kg di foraggio (13,5 MJ EDS per kg di foraggio). Variazioni di 10 g PG comportano un'aumento o una diminuzione di 8%. Al di sotto di 10 kg N e 2,4 kg P ₂ O ₅ , la quantità espulsa non può più essere ridotta.
19	Posto suini d'allevamento	Un posto suini d'allevamento (PSA) si compone di una scrofa compresa la tenuta dei lattonzoli fino ad un peso di 25-30 kg. Da ogni PSA possono esser annualmente svezzati 20-24 suinetti. Le rimonte vanno calcolate come suini d'ingrasso. Se gli animali ricevono regolarmente foraggio di base il consumo può essere corretto in funzione della situazione effettiva. La produzione di fosfato (P ₂ O ₅) è calcolata in base ad un contenuto di 6,5 g/kg P per ogni kg di foraggio (88% SS; media ponderata di tutti gli alimenti, compresi gli alimenti per lattonzoli). Variazioni di 1 g P/kg comportano un'aumento o una diminuzione della quantità di fosfato prodotto di ca. il 20%. Un verro conta come mezza scrofa d'allevamento. La produzione d'azoto è calcolata in base al contenuto di proteina grezza di 150 g/kg per le scrofe gestanti, 160 g/kg per le scrofe allattanti e 175 g/kg per i suinetti (tutti i valori fanno riferimento a 88% di SS). Una riduzione media del tenore in proteina grezza nei foraggi di 10 g/kg comporta una riduzione della produzione di azoto di 8% per le scrofe e di 10% per i suinetti. Al di sotto di 29,2 kg N e 12 kg P ₂ O ₅ , la quantità espulsa per posto suini d'allevamento non può più essere ridotta.
20	Galline ovaiole	Durata d'occupazione: 400-600 giorni (non ha nessuna influenza sulla produzione di escrementi). La produzione di fosfato è calcolata in base ad un contenuto di 6,4 g P per kg di foraggio. Variazioni di 1 g P/kg comportano un'aumento o una diminuzione della quantità di fosfato prodotto di ca. il 20%.
21	Pollastrelle	I pulcini raggiungono in 18 settimane un peso di 1,3 a 1,6 kg. 2- 2,5 occupazioni per anno.
22	Polli d'ingrasso	Per « posto normale » all'ingrasso (durata d'ingrasso ca. 40 giorni, salvo per l'allevamento all'aperto). In caso di durata di occupazione abbreviata, si calcola comunque con il numero di posti normali all'ingrasso (p.es. capannone di 300 m ² , circa 4'300-5'000 animali, a seconda del peso finale). Per le installazioni con allevamento all'aperto bisogna utilizzare i valori per posto animale. I valori sono calcolati in base ad un contenuto di 5,8-6,5 g P e 200-220 g di proteina grezza per ogni kg di foraggio. A seconda degli indici di produzione (peso finale, valorizzazione del foraggio, tempi morti fra un'occupazione e l'altra, ecc.) la relazione tenore del foraggio / quantità espulsa può variare in modo considerevole. In determinati casi è necessario elaborare un bilancio specifico all'azienda.
23	Tacchini d'ingrasso	Produzione di tacchini con un peso medio finale di 12 kg. 2,8 rotazioni all'anno. Per tacchini in preingrasso (fino a circa 1,5 kg peso vivo, 6 rotazioni all'anno), si computa una produzione di 40 kg N, 20 kg P ₂ O ₅ e 12 kg K ₂ O per 100 posti di tacchino per anno. Per la fase finale dell'ingrasso (da 1,5 a 13 kg peso vivo, 2,9 rotazioni per anno), la rispettiva produzione ammonta per ogni 100 posti a 230 kg N, 115 kg P ₂ O ₅ e 70 kg K ₂ O.
24	Posto per coniglia madre	Le indicazioni sono valide per un ingrasso con impiego prevalente di foraggio concentrato. Gli animali isolati destinati all'autoconsumo, nutriti principalmente con foraggio grossolano, non devono essere considerati nei calcoli di bilancio della concimazione. Un posto per coniglia madre corrisponde ad una madre compreso l'ingrasso dei piccoli. Con ingrasso intensivo vengono svezzati per madre e per anno circa 40 conigli con un peso all'abbattimento di 2,7 fino a 3 kg. Il consumo di foraggio per posto coniglio d'ingrasso e per anno è di circa 450-500 kg.

11.1.2. Produzione di liquame e letame

I valori indicativi sulla produzione di liquame e letame per le diverse specie animali e i diversi sistemi di stabulazione sono elencati nella tabella 42 e servono in primo luogo alla valutazione dello spazio necessario per lo stoccaggio dei concimi aziendali così come per la pianificazione approssimativa della concimazione.

Il foraggiamento influenza la quantità di escrementi animali, e di conseguenza, le quantità di liquame e letame prodotte.

Le indicazioni si riferiscono a liquame non diluito. Nella maggior parte delle aziende, oltre al liquame, vengono immessi nella fossa anche importanti quantità di acqua (pulizia della stalla, scarichi del locale latte,

acqua piovana da spiazzi non coperti, scarichi dell'economia domestica, ecc.). La quantità effettiva di liquame può perciò venire determinata solo quando, oltre alla produzione di escrementi non diluiti, è anche conosciuta la quantità di acqua aggiunta. I corrispondenti valori indicativi sono contenuti nella tabella 43. Raccomandata e su molte aziende già praticata, è una diluizione (parte liquame : parte acqua) di almeno 1:2 per liquame completo e liquame suino, rispettivamente di 1:3 per liquame povero di sterco. Per impedire di perdere ingenti quantità di azoto (volatilizzazione dell'ammoniaca, cfr. tab. 52) al momento dello spargimento, particolarmente in foraggicoltura durante il periodo estivo, la diluizione deve essere tendenzialmente superiore.

Tabella 42. Valori indicativi della produzione annua di concimi aziendali provenienti da diverse specie animali in funzione del tipo di stabulazione.

Tipo di animale/orientamento produttivo	Quantità annuale di concimi aziendali prodotti in stabulazione ¹ e quantità di paglia utilizzata in funzione del sistema di stabulazione ²					
	solo liquame	Liquame / letame ^{3,4}			Solo letame ⁴	
		Paglia	Liquame povero di sterco	Letame	Paglia	Letame
	m ³	(q/anno)	(m ³)	(t)	(q/anno)	(t)
1 Vacca da latte : produzione annua 6000 kg ⁵	22	6,5	11	8,5	30	20
1 Vacca madre o vacca nutrice	15,5	5	8	6	25	14
1 Bovino d'allevamento di meno di 1 anno	5,5	1,5	2,7	2	8	5
1 Bovino d'allevamento da 1 a 2 anni	8	2,5	4	3	12	7
1 Bovino d'allevamento di più di 2 anni	11	3,5	5,5	4	16	10
1 Posto vitello da ingrasso					3,5	2,2
1 Vitello allattato		3,5	1,8	1,4	3,5	3
1 Posto bovino d'ingrasso (125-500 kg)	7,5	a seconda della stalla ⁶			15	6,8
1 Posto bovino d'ingrasso al pascolo	8	a seconda della stalle ⁶			15	7
1 Cavallo (letame fresco)					29	12 ⁷
1 Giumenta con puledro (letame fresco)					36	14 ⁷
1 Puledro da 0,5 a 2,5 anni (letame fresco)					15	10 ⁷
1 Posto capra					3,7	1,6
1 Posto pecora					3,7	1,7
1 Posto pecora da latte					3,7	2,3
1 Posto suino da ingrasso ⁸	1,6	a seconda della stalla ⁶			2,6	1,2
1 Posto suino d'allevamento	6	a seconda della stalla ⁶			8	3,4
1 Posto scrofa dopo il parto ⁸	7,2	a seconda della stalla ⁶			10	4
1 Posto scrofa in gestazione	3,6	a seconda della stalla ⁶			6	2
1 Posto suinetto	0,8	a seconda della stalla ⁶			1	0,5
	nastro per deiezioni	cassone per deiezioni /allevamento al suolo				
100 Posti per galline ovaiole	4	1,8				
100 Posti per giovani ovaiole	1,7	0,7				
100 Posti per polli da ingrasso		0,8				
100 Posti per tacchini all'ingrasso		3,0				

¹ Con assenze temporanee dalla stalla (pascolo, alpeggio), le quantità di concimi aziendali prodotte risultano inferiori. Le quantità si riferiscono ad un livello produttivo medio. Con intensità di produzione più elevate, aumenta di conseguenza la quantità di concimi aziendali prodotti.

² La produzione di liquame, letame oppure liquame e letame dipende dal sistema di stabulazione. Per le stabulazioni fisse e libere è possibile considerare le medesime quantità. Nelle quantità di letame indicate si è tenuto conto delle perdite di stoccaggio. Queste possono variare secondo il tipo di letame, il tipo di stoccaggio, le condizioni climatiche, ecc. Anche le quantità di letame prodotte possono variare dai valori riportati. Per letame di mucchio maturo e letame di stabulazione libera (tab. 62) può venir considerato un peso volumetrico medio di 700-800 kg/m³. Del letame caricato sullo spandiletame con la gru o il caricatore frontale pesa circa 550-650 kg/m³, se caricato a mano 700-800 kg/m³. Tutte queste indicazioni non sono però valide per letame contenente delle grosse quantità di resti di foraggio o di altri rifiuti organici e nemmeno per sterco senza strame (stalle d'alpe). Se si vogliono ottenere delle indicazioni più specifiche per l'azienda, si consiglia di determinare con alcune pesature il peso di uno spandiletame caricato normalmente.

- ³ Le quantità di liquame riportate si riferiscono a liquame non diluito. I valori indicativi concernenti le quantità d'acqua che ugualmente giungono nella fossa del liquame, sono contenuti nella tabella 43. Il tipo liquame, oltre che dal genere di animale, dipende soprattutto dalla proporzione di sterco in esso contenuto. Il liquame completo contiene tutto lo sterco e tutta l'urina prodotti; il liquame con scarso tenore di sterco contiene una parte di sterco e praticamente tutta l'urina. È raccomandata una diluizione (parte liquame – parte acqua) di almeno 1:2 per liquame completo e di 1:3 per liquame povero di sterco. Applicando diluizioni maggiori si possono ridurre in modo significativo le perdite d'azoto, soprattutto in estate.
- ⁴ Il tipo di letame dipende dalla quantità di stame impiegato e dalla proporzione di sterco e di urine in esso contenuto. Se si utilizza molto stame e/o se molto sterco va a finire nella fossa del liquame, si ottiene un letame ricco di paglia.
- ⁵ Le indicazioni valgono per una produzione annua di latte di 6000 kg (media). Per ogni 1000 kg di latte prodotti in meno bisogna calcolare una riduzione delle deiezioni prodotte di ca. 10%, mentre per ogni 1000 kg di latte prodotti in più bisogna calcolare un aumento delle deiezioni del 5%. Questa correzione tiene conto delle differenze di peso degli animali.
- ⁶ Di regola, in queste stalle la produzione di liquame rispettivamente di letame avviene su superfici differenti. I prodotti sono pertanto paragonabili al liquame completo e al letame da stabulazione libera. La ripartizione può essere stimata a partire dalla proporzione di superficie interessata. Esempio: in una stalla la cui superficie è per il 60% ricoperta da stame e per il 40% dotata di pavimento grigliato si può calcolare un 40% di liquame completo ed un 60% di letame.
- ⁷ I valori concernono il letame di cavallo fresco (durata di stoccaggio inferiore a 1 mese). Per tempi di stoccaggio e decomposizione più lunghi (superiori a 3 mesi) i valori indicati possono essere dimezzati.
- ⁸ Sono prese in considerazione anche le quantità d'acqua consuete che vengono convogliate nella fossa dei liquami dagli abbeveratoi a tettarella perdenti. In caso di forti perdite, il liquame può diluirsi fortemente e quindi aumentare considerevolmente in quantità.

Tabella 43. Valori indicativi della produzione di acqua di scarico convogliata nella fossa dei liquami.

Tipo di acque di scarico		Unità	m³/mese		m³/anno
			estate	inverno	
Pulizia della stalla e cura degli animali (bovini) ¹	UBG		1	0,2	7
Evacuazione liquida del letame ²	UGB		0,5	0,5	6
Acqua per la pulizia della stalla e cura degli animali (suini) ³	PSI		per ogni serie 0,15		0,5
Acqua per la pulizia di stalle per galline ovaiole ³	100 PO				0,5
Acqua per la pulizia di stalle per polli d'ingrasso ³	100 PI				0,8
Liquame proveniente dal letamaio, deflusso di superfici consolidate e non coperte ⁴	m²		0,05	0,1	1
Refrigerazione per ruscellamento dei bidoni di latte ⁴	ogni 1000 l di latte raffreddato		4	-	4
Pulizia di: ⁴	locale del latte	totale	1	1	12
	cisterna di raffreddamento	totale	1	1	12
	impianto di mungitura con secchio	totale	4	4	48
	Impianto di mungitura a condotta	totale	6	6	70
	sala di mungitura	totale	4	4	50
Acqua di scarico dell'economia domestica ⁴					
Condizioni normali con macchina lavatrice, doccia/bagno e WC	abitante		4,5	4	50
Istallazioni sanitarie semplici	abitante		3	3	36
Casi particolari con deflusso regolarmente scarso ⁵	abitante		1,7	1,7	20

Il consumo d'acqua per unità di bestiame grosso (UBG) può variare fortemente. Indicazioni precise per ogni singola azienda possono venir determinate tramite contatori dell'acqua. Le quantità d'acqua indicate bastano generalmente per il funzionamento dell'evacuazione continua con becco di ritenuta.

² Queste quantità d'acqua vengono in genere aggiunte a quelle utilizzate per la pulizia della stalla. Esse sono necessarie per il buon funzionamento del sistema e non possono perciò venir ridotte in inverno.

³ Queste quantità possono variare notevolmente da azienda ad azienda, secondo il tipo d'istallazioni (pulizia con pompa a pressione, ecc.) e il periodo dell'anno.

⁴ Questa quantità dev'essere presa in considerazione solo se l'acqua viene convogliata nella fossa.

⁵ Questo valore è valido solo per costruzioni molto vecchie con installazioni sanitarie inesistenti e per regioni con grossi problemi d'approvvigionamento idrico.

11.1.3. Contenuto di elementi fertilizzanti nei concimi aziendali

Nella tabella 44 figurano anche i valori indicativi sui contenuti medi delle sostanze fertilizzanti contenute nei diversi tipi di liquame e letame. Questi sottostanno anch'essi alle variazioni dovute al tipo di foraggia-

mento. I valori indicativi sono però fissati in modo tale da rendere necessarie delle correzioni solo in condizioni particolari (tab. 41). Ciò può ad esempio essere il caso nella coltivazione biologica, i cui foraggi grossolani presentano di regola contenuti di potassio che si scostano dai valori standard.

Tabella 44. Valori indicativi dei tenori medi contenuti nei concimi aziendali prodotti da diverse specie animali da reddito in stabulazione.

Il modo di preparazione dei concimi aziendali (capitolo 11.1.4) può influire considerevolmente sui loro tenori.

Tipo di animale / tipo di concime aziendale	Tenori (kg/m ³ di liquame non diluito rispettivamente kg/q di letame								
	SS	SO	N _{totale} ³	N _{sol.} ⁴	N _{disp} ⁵	P ₂ O ₅ ⁶	K ₂ O ⁷	Mg ⁶	Ca ⁶
Vacca da latte /allevamento									
Liquame completo ¹	90	70	4,3	2,3	2,2-3,0	1,8	8,0	0,5	2,0
Liquame con scarso tenore di sterco ¹	75	40	4,9	3,2	3,2-4,2	1,2	11,6	0,5	1,3
Letame di mucchio ²	190	150	4,9	0,8	1,0-2,0	3,2	6,6	0,8	3,7
Letame da stabulazione libera ²	210	175	5,3	1,3	1,3-2,5	2,2	10,8	0,7	2,7
Bovino d'ingrasso									
Liquame completo ¹	90	65	4,3	2,3	2,2-3,0	1,7	5,2	0,7	1,3
Letame da stabulazione libera ²	210	155	5,4	1,3	1,3-2,5	2,3	8,9	0,9	2,3
Vitello									
Letame di vitello ²	200	150	5,3	2,0	1,3-2,5	2,3	5,5	0,3	1,0
Cavallo									
Letame di cavallo, fresco ²	350	300	4,4	1,2	0,3-0,8	2,5	9,8	0,6	2,5
Letame di cavallo, maturo ²	350	240	6,8	0,7	0,7-1,8	5,0	19,5	1,3	5,0
Pecora/capra									
Letame di pecora/capra ²	270	200	8,0	2,3	3,2-4,8	3,3	16,0	1,2	4,7
Suino									
Liquame suino, ingrasso ^{1,8}	50	36	6,0	4,2	3,0-4,2	3,8	4,4	0,6	1,3
Liquame suino, allevamento ^{1,9}	50	33	4,7	3,3	2,4-3,3	3,2	3,2	0,5	2,0
Letame suino ²	270	40	7,8	2,3	3,1-4,7	7,0	8,3	1,2	4,7
Volatili									
Deiezioni di gallina (nastro) ²	300	200	12	3,6	4,8-7,2	11,5	6,3	1,5	18,8
Letame di gallina (cassone per deiezioni, allevamento al suolo) ²	450	300	20	5	8-12	25,6	13,9	3,3	41,7
Letame di pollo ^{2,10}	650	440	30	8	12-18	19	19	3,8	12,5
Letame di tacchino ²	600	400	28	7,5	12-18	23	13	6,0	12

¹ I tenori indicati per il liquame si riferiscono tutti a liquami non diluiti. La diluizione a seguito del convogliamento dell'acqua di scarico è determinata mediante la tabella 43. Esempio per una diluizione 1 : 1,5 (parte liquame : parte acqua) tenore non diluito: (1+1,5). Si raccomanda una diluizione (parte liquame : parte acqua) di almeno 1:2 per il liquame completo e di 1 : 3 per liquame con scarso tenore di sterco. Applicando diluizioni maggiori si possono ridurre in modo significativo le perdite d'azoto (volatilizzazione di NH₃), soprattutto in estate.

² Se non è specificato altrimenti, i valori si riferiscono ad una decomposizione media (vedasi tab. 62).

³ Azoto totale. In rapporto ai valori delle deiezioni di N riportate nella tabella 40, sono state dedotte le perdite inevitabili in stalla e durante lo stoccaggio (principalmente volatilizzazione dell'ammoniaca). L'ammontare delle perdite, per gli animali che si nutrono di foraggi grossolani (salvo il cavallo) è del 15% in stabulazione fissa risp. del 20% in stabulazione libera; del 10% per il letame di cavallo fresco risp. del 30% per il letame di cavallo in mucchio; del 20% per i suini; per le galline ovaiole è del 30% con nastro per deiezioni risp. del 50% con cassone per deiezioni; per i polli d'ingrasso è del 40%.

⁴ Azoto solubile (principalmente in forma ammoniacale), immediatamente disponibile per la pianta ma nel contempo suscettibile di andar perso (volatilizzazione dell'ammonio, denitrificazione dopo nitrificazione; dilavamento).

⁵ Azoto disponibile (vedasi definizioni alla tab. 62 e note 1 a 3 nella tabella 46).

⁶ Maggiorazione del 5-10% quando l'alimentazione minerale complementare (bovini) eccede il fabbisogno degli animali, oppure quando il tenore del foraggio (soprattutto per suini e volatili) è più elevato di quello raccomandato dalle Stazioni di ricerca.

- 7 Per animali che consumano foraggi grossolani: vale per le aziende il cui tenore in K del foraggio secco ammonta a 25-30 g /kg SS. Nelle aziende il cui foraggio secco ha un tenore medio in K di 20-25 g /kg SS, il potassio prodotto da animali che si nutrono principalmente di foraggi prativi diminuisce all'incirca del 15%. Per il foraggio secco con tenore medio in K inferiore a 20 g /kg SS, le deiezioni di potassio diminuiscono del 30%. Per i suini d'ingrasso le cui razioni contengono una forte proporzione di siero di latte, bietole e patate, questo tenore è maggiorato del 30%.
- 8 Il tenore in fosfato si basa su un tenore di 6 g / kg di foraggio (13,5 MJ EDS). Una variazione di 1 g P/kg genera un aumento o una riduzione del 25%. Il tenore in azoto si basa su un tenore in proteina grezza di 170 g / kg di foraggio (13,5 MJ EDS). Una variazione della proteina grezza di 10 g/kg genera un'aumento o una riduzione di circa l'8%.
- 9 Sono prese in considerazione anche le quantità d'acqua consuete che vengono convogliate nella fossa dei liquami dagli abbeveratoi a tettarella perdenti. In caso di forti perdite, il liquame può diluirsi fortemente e quindi aumentare considerevolmente in quantità. Il tenore in fosfato si basa su un contenuto di 6,5 g P per kg di foraggio (88% SS, media ponderata di tutti foraggi). Ad ogni variazione di 1 g P /kg di foraggio il tenore aumenta o diminuisce di circa 20%.
- 10 Vale per i sistemi di produzione più in uso (situazione 2001), indipendentemente dalla durata d'ingrasso e dal tipo di animali.

11.1.4. Preparazione dei concimi aziendali

I risultati sperimentali inerenti la preparazione dei concimi aziendali (aerazione del liquame, compostaggio del letame, additivi per liquame, biogas, ecc.) sono a prima vista alquanto contraddittori. Gli approfondimenti eseguiti mostrano che il più delle volte le differenze possono derivare da condizioni marginali diverse fra gli impianti sperimentali.

L'aerazione del liquame non presenta alcun vantaggio agronomico o economico. Riguardo alle emissioni d'odori questo processo presenta indubbi vantaggi rispetto allo stoccaggio anaerobico del liquame, pur dovendosi confrontare con i relativi costi di installazione e di gestione del sistema. Qualora l'aerazione non avvenga in modo appropriato (frequenza troppo elevata e/o troppo intensivamente) le perdite di azoto (emissioni di NH_3) sono inevitabili.

Gli additivi per liquame sono ampiamente presenti sul mercato. Sovente l'azione decantata da questi prodotti non può essere confermata in quanto, il più delle volte, essa è da mettere in relazione ad una gestione generale più meticolosa del liquame. L'opuscolo informativo D3 della APF fornisce una panoramica di gran parte dei prodotti disponibili. La pubblicazione è ottenibile presso, l'Associazione per il promuovimento della

foraggicoltura (APF), Casella postale 412, 8046 Zurigo. L'impiego del liquame quale vettore energetico nelle installazioni per biogas porta ad una riduzione del contenuto di sostanza organica mentre nei processi anaerobici il tenore della maggior parte delle sostanze nutritive rimane sostanzialmente invariato. Si riduce unicamente il tenore d'azoto nella componente organica, con corrispondente aumento della proporzione di ammonio.

Il condizionamento del letame è sovente praticato nelle aziende svizzere dedite all'agricoltura biologica.

A seconda della durata di stoccaggio e della frequenza di mescolamento si ottiene letame compostato oppure composto di letame. La riduzione della massa e le perdite d'azoto dipendono dal rapporto C:N dei materiali di base. È possibile ridurre queste perdite aggiungendo, durante il processo di compostaggio del letame, da 100 a 200 kg di paglia per 1 m³ di letame di base. La tabella 45 dà informazioni sulle variazioni medie della massa e dei contenuti durante il condizionamento del letame. Le numerose sperimentazioni eseguite nel corso degli ultimi decenni hanno permesso di appurare che il letame compostato e il composto di letame esplicano un'azione agronomica simile se non addirittura leggermente superiore a quella del letame di mucchio (tradizionale).

Tabella 45. Variazioni della massa e dei tenori del letame attraverso manipolazioni particolari.

Dato che i materiali di base presentano tenori differenziati (tab. 44 comprese le note), i mutamenti sono indicati in rapporto alle quantità e ai tenori del materiale di base e pertanto devono essere calcolati per ogni singolo caso.

Tipo di letame preparato	Influsso della preparazione sulle quantità (%) contenute nel materiale di base								Influsso della preparazione sulle concentrazioni (kg/q) di materia fresca del letame condizionato, rispetto al materiale di base.						
	sostanza fresca	SS	SO	N _{tot}	N _{disp}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	SS	SO	N _{tot}	N _{disp}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Letame compostato	-25	-20	-30	-20	-15	0	-15	-5	+5	-13	0	+6	+25	+6	+14
Composto di letame ¹	-25	-30	-50	-20	-15	0	-15	-5	-9	-29	+14	+21	+43	+21	+13

¹ Variazioni che tengono conto della paglia aggiunta.

11.1.5. Disponibilità di azoto nei concimi aziendali

Ovunque, laddove i concimi aziendali vengono depositati o impiegati, va perso dell'azoto, principalmente sotto forma di ammoniaca (NH_3). Abitualmente le perdite in stalla e durante lo stoccaggio ammontano per i bovini in stabulazione fissa a circa il 15% dell'azoto presente negli escrementi, raggiungendo il 20% per quelli in stabulazione libera. Nel caso dei suini queste perdite sono dell'ordine del 20% mentre per i volatili possono essere addirittura del 30-50% (cfr. nota 3 della tabella 44). Anche dopo lo spargimento di liquame e letame l'azoto si volatilizza sotto forma di ammoniaca. Oltre a ciò, una parte dell'azoto presente nel liquame e nel letame non è disponibile per le piante poiché si trova in forma organica.

Questo azoto diviene una componente della sostanza organica del suolo e viene mineralizzato e messo a disposizione delle piante solo dopo lunghi anni di processi di decomposizione. Risulta estremamente difficile stimare il momento e l'importanza della mineralizzazione, inoltre questa fonte di approvvigionamento non è distinguibile dalle altre (humus, residui di raccolta, radici, ecc.). La quantità di azoto "disponibile" nei concimi aziendali corrisponde alla probabile efficacia dell'azoto sulle piante in un lasso di tempo di circa 3 anni, con uno sfruttamento ottimale degli stessi.

Questa quantità è composta dalla disponibilità a breve termine, già durante l'anno d'applicazione e dall'effetto residuo a medio termine (2 – 3 anni) derivante dalla mineralizzazione della materia organica.

La tabella 46 mostra quale parte dell'azoto nei concimi aziendali diventa normalmente disponibile per le piante già durante l'anno dell'applicazione nonché la sua azione a media scadenza. Le indicazioni rappresentano valori relativi in rapporto ad un impiego ottimale di una quantità di azoto equivalente sotto forma di concimi minerali (per lo più nitrato d'ammonio).

Alcuni valori della tabella 46 sono stati leggermente modificati a seguito dei risultati scaturiti dalle sperimentazioni più recenti. Per le parcelle che ricevono regolarmente concimi aziendali si può far capo direttamente alle indicazioni concernenti l'azoto disponibile contenute nella tabella 44, in questo modo,

semplificando, si tiene conto anche degli effetti residui di apporti precedenti. In foraggicoltura sono da considerare piuttosto i valori superiori mentre che in campicoltura quelli inferiori dell'intervallo indicato.

Per la stima dell'azoto disponibile durante l'anno d'impiego del liquame, si può utilizzare il valore relativo all'azoto ammoniacale ivi contenuto. Questo si lascia determinare con sufficiente precisione direttamente sull'azienda e con un test rapido.

Nel letame, l'azoto ammoniacale non corrisponde alla quantità di azoto disponibile. La differenza fra azoto totale (N_{tot}) e azoto disponibile nei concimi aziendali è immagazzinata nel suolo sotto forma di sostanza organica (humus). Nel corso di un lungo processo di mineralizzazione e nitrificazione, una parte di questo azoto è denitrificato (ciò vale anche per i concimi da rifiuti) e raggiunge sotto forma di azoto molecolare (N_2) nuovamente l'atmosfera, fonte primaria di tutto l'azoto presente nella pedosfera. Oltre all'azoto molecolare questo processo libera anche una piccola quantità di gas esilarante (N_2O) che partecipa all'effetto serra.

Una riduzione mirata della denitrificazione interrompe il ciclo dell'azoto. A lungo termine questa interruzione induce un aumento delle quantità d'azoto nel suolo e nell'acqua che non è compatibile con il principio dello sviluppo sostenibile.

11.2. Utilizzo dei concimi aziendali

11.2.1. Epoca appropriata per l'impiego di liquame e letame

La produzione di liquame e letame è continua. Il loro impiego è però limitato nel tempo dal tipo di coltura, dal fabbisogno e dallo stadio di sviluppo delle piante così come dalle condizioni pedoclimatiche (possibilità di entrare sulle parcelle con dei veicoli, rischio di perdite di elementi fertilizzanti). La premessa principale per poter impiegare i concimi aziendali solo nei periodi appropriati consiste nel disporre di una sufficiente capienza di stoccaggio (tabella 47) in modo da non dover spargere i concimi aziendali in epoche inadeguate o al di fuori del periodo vegetativo. La figura 7 mostra durante quali epoche dell'anno sia di regola possibile e sensato l'impiego dei concimi aziendali nelle singole colture.

Tabella 46. Percentuale di azoto disponibile a medio termine e durante l'anno d'impiego nei diversi concimi aziendali e nei concimi a base di rifiuti.

Tipo di concime aziendale	Azoto disponibile a medio termine in % rispetto al contenuto di azoto totale ¹	Azoto disponibile già durante l'anno d'impiego risp. per la coltura che segue la distribuzione (in % rispetto al contenuto di azoto totale) ²	
		Foraggicoltura	Campicoltura
Liquame completo (bovini)	50-70	55	45
Liquame povero di sterco	65-85	70	60
Letame di mucchio	20-40 ³	20	15
Letame di stabulazione libera	25-50 ³	25	20
Letame di cavallo	10-25 ³	15	10
Letame ovino e caprino	40-60 ³	40	30
Liquame suino	50-70	60	50
Letame suino	40-60 ³	4	35
Deiezioni di gallina (nastro per deiezioni)	40-60 ³	4	40
Letame di gallina (cassone per deiezioni, allevamento al suolo)	40-60 ³	4	35
Letame di volatili (ingrasso), polli, tacchini	40-60 ³	4	35
Fanghi di depurazione (liquidi)	40-60 ³	40 ⁴	40
Fanghi di depurazione (disidratati)	30-50 ³	25 ⁴	25
Fanghi di depurazione (disidratati e con aggiunta di calce)	25-40 ³	20 ⁴	20
Fanghi di depurazione (essiccati e granulati)	25-30 ³	15 ⁴	15
Composto ⁵	5-10 ³	5 ⁴	5
Calce d'Aarberg	70-80	70	60

Queste quantità di azoto dovrebbero essere disponibili con una valorizzazione ottimale dei concimi aziendali. Essa comprende sia la disponibilità a corto termine che l'effetto residuo negli anni successivi (vedasi definizione N_{disp} , tab. 62). Su parcelle che ricevono regolarmente dei concimi aziendali questa disponibilità dovrebbe venir utilizzata per l'allestimento del piano di concimazione, così da considerare in modo semplice anche l'effetto residuo di distribuzioni effettuate precedentemente. Con apporti unici di letame, l'azoto disponibile può venir distribuito su 2-3 anni. Questo modo di procedere non ha tuttavia nessun senso con il liquame. Per la foraggicoltura bisogna considerare i valori massimi mentre per la campicoltura piuttosto i valori minimi dell'intervallo indicato. Se i concimi aziendali non vengono distribuiti in un periodo ottimale (p.es. con condizioni atmosferiche e del suolo sfavorevoli) l'azione dell'azoto può essere nettamente ridotta. Una buona parte dell'azoto che non viene valorizzato viene perso con il dilavamento, lo scorrimento superficiale o la volatilizzazione. Queste perdite sono nocive per l'ambiente e devono perciò essere limitate il più possibile.

2 Con un'impiego ottimale dei concimi aziendali e con poche perdite. La parte restante viene in seguito mineralizzata. La mineralizzazione dipende fortemente dalle condizioni atmosferiche e dal terreno. La disponibilità può, a seconda del momento e della mineralizzazione, avere effetti agronomici e/o ecologici differenti (resa e qualità delle piante, perdite) (vedasi definizione N_{disp}).

3 Nei suoli con un contenuto di argilla superiore al 30%, non bisogna oltrepassare il valore inferiore dell'intervallo indicato: in queste condizioni la disponibilità è spesso ancora più debole. Pure nell'anno successivo allo spandimento, la disponibilità si indebolisce.

4 Non consigliato per i prati naturali.

5 Indipendentemente dal luogo e dalla tecnica di compostaggio nonché dal grado di maturità del composto.

Tabella 47. Norme per la durata dello stoccaggio dei liquami ed il calcolo della capienza della fossa.

Livelli della durata della vegetazione (secondo la carta delle attitudini climatiche)		Maggiormente ricorrente nelle seguenti regioni (secondo il catasto per la produzione animale)	Durata dello stoccaggio in mesi ¹
A	(più di 210 giorni)	regione del piano	3 - 5
B	(190 - 210 giorni)	regione del piano	3,5 - 5
C	(180 - 190 giorni)	regione prealpina e collinare	4 - 5
D	(170 - 180 giorni)	regione di montagna I	4,5 - 5,5
E	(150 - 170 giorni)	regione di montagna II fino a IV	5 - 6
F	(meno di 150 giorni)	regione di montagna II fino a IV	6 - 7

¹ Le indicazioni si riferiscono alla durata minima dello stoccaggio di liquame per aziende con una superficie prativa di almeno il 25% della superficie agricola utile su cui sia possibile distribuire i liquami. Per le aziende con un avvicendamento colturale semplice (mais, cereali) la durata minima dello stoccaggio è più lunga di quella che sarebbe richiesta dalla durata del periodo vegetativo, ma comunque non superiore a 9 mesi.

11.2.2. Calcolo degli apporti di concimi aziendali

Il calcolo dei singoli apporti di concime aziendale va innanzitutto finalizzato in funzione del fabbisogno di azoto e fosforo delle colture e secondo il contenuto e la disponibilità di questi elementi nutritivi nei concimi aziendali. Singoli apporti di liquame di 20-30 m³/ha in foraggicoltura e di 30-50 m³/ha in campicoltura sono di regola appropriati. Bisogna inoltre prestare attenzione a che il tenore di ammonio nel liquame non superi 1,2 kg NH₄-N/m³. Appositi apparecchi effettuano rapidamente (es. Güllemax) una misurazione sufficientemente precisa del tenore di ammonio del liquame. Il rischio di perdite aumenta considerevolmente con quantità troppo importanti e/o tenori troppo elevati di NH₄-N oppure se la tecnica di spandimento non è ottimale (tab. 54).

Per quanto concerne il quantitativo massimo per ogni singolo apporto, vanno rispettati i limiti indicati nelle tabelle 50 e 51. Nei sovesci che seguono una coltura dove sono stati impiegati dei concimi aziendali bisogna tenere conto delle quantità di potassio, magnesio ed eventualmente fosforo distribuite. Fondamentalmente si suppone che fosforo, potassio e magnesio abbiano un'efficacia completa già durante l'anno d'impiego. Eventuali eccedenze devono essere riportate all'anno successivo. Nel caso d'impiego di liquame, le quantità distribuite non dovrebbero, per nessun elemento fertilizzante contenuto, sorpassare notevolmente il fabbisogno delle piante corretto sulla base delle analisi del suolo.

12. FANGHI DI DEPURAZIONE E COMPOSTO

I fanghi di depurazione e il composto entrano in considerazione quali concimi solo nelle aziende che non riescono a coprire il fabbisogno delle colture con le sostanze fertilizzanti contenute nei propri concimi aziendali. Il dosaggio e l'epoca della distribuzione va definita innanzitutto in funzione del contenuto di fosforo e di azoto disponibile così come del corrispondente fabbisogno delle colture. Grazie ai controlli di routine dei fanghi e del composto esiste la garanzia che in agricoltura vengano valorizzati solo concimi a base di rifiuti qualitativamente buoni. Questo viene certificato con le indicazioni presenti sull'obbligatorio bollettino di consegna. Il bollettino di consegna contiene anche indicazioni sul contenuto degli elementi fertilizzanti del prodotto consegnato. Per il calcolo della concimazione devono sempre essere impiegati, dove possibile, i dati del bollettino di consegna rispettivamente i contenuti medi dell'impianto di depurazione in questione, in luogo della tabella 48.

Tabella 48. Contenuti medi in sostanza secca, in materia organica e in elementi nutritivi dei fanghi di depurazione e del composto.

Dal momento che i contenuti in elementi nutritivi possono variare notevolmente da un luogo di provenienza all'altro, bisognerebbe sempre utilizzare le indicazioni presenti sul bollettino di consegna.

Concimi a base di rifiuti	Contenuti (kg per q di materia fresca)								
	SS	SO	N _{totale}	N _{sol} ¹	N _{disp} ²	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Ca
Fanghi di depurazione liquidi ³	57	26	2,5	1,0	1,0- 1,5	3,5 ⁴	0,2	0,3	3,3
Fanghi di depurazione disidratati ⁵	260	120	9,7	2,1	2,9- 4,8	16	0,5	1,0	15
Fanghi di depurazione disidratati e con aggiunta di calce ⁵	400	100	8,4	1,0	2,1- 3,3	16	0,6	1,4	88
Fanghi di depurazione essiccati e granulati	930	420	33	1,4	8,0-10,0	58	1,9	4,7	54
Composto ⁶	500	210	7	0,1	0,4- 0,7	4	5,7	3,1	28

¹ Azoto disponibile (principalmente ammonio), rapidamente utilizzabile dalla pianta ma pure soggetto al rischio di perdite (volatilizzazione dell'ammoniaca e denitrificazione dopo nitrificazione).

² Azoto disponibile. Si vedano le definizioni contenute nella tabella 62 e le note 1 a 3 della tabella 46.

³ Peso specifico di circa 1000 kg/m³.

⁴ Questi valori sono validi per impianti di depurazione con installazioni per la precipitazione del fosforo. Senza precipitazione del fosforo il contenuto medio è di 2,7 kg/q di sostanza fresca.

⁵ Peso specifico di circa 900 kg/m³.

⁶ Composto di rifiuti biogeni (rifiuti organici da giardino e prodotti dalle economie domestiche). Valori medi provenienti da preparazioni differenti (composto fresco, composto maturo, composto preparato al limite del campo, ecc.). Peso specifico 500-800 kg/m³.

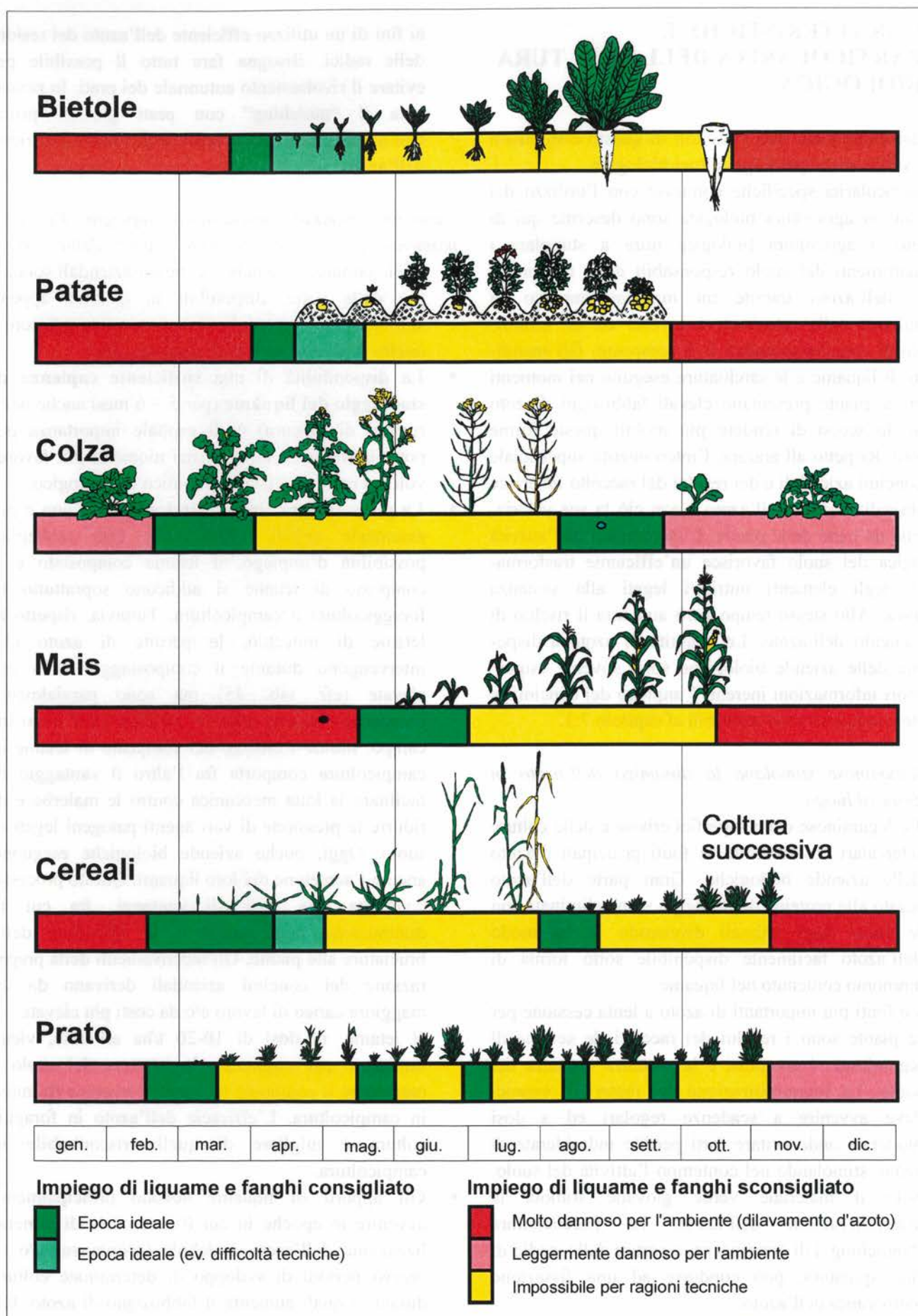


Fig. 7. Rappresentazione grafica dell'idoneità nelle diverse epoche per lo spandimento di liquami e fanghi di depurazione su suoli assorbenti. Le date vanno adattate alle condizioni locali.

13. CARATTERISTICHE E PARTICOLARITÀ DELLA COLTURA BIOLOGICA

Fondamentalmente tutti i capitoli di questo documento sono validi anche per l'agricoltura biologica.

Le particolarità specifiche connesse con l'utilizzo dei concimi in agricoltura biologica sono descritte qui di seguito. L'agricoltura biologica mira a stimolare i compartimenti del suolo responsabili della trasformazione dell'azoto tramite un maggior impiego di leguminose nella rotazione, i sovesci ed un utilizzo mirato di concimi aziendali e di composto. Gli spandimenti di liquame e le sarchiature eseguite nei momenti in cui le piante presentano elevati fabbisogni d'azoto hanno lo scopo di rendere più mobili queste forme d'azoto. Rispetto all'aratura, l'interramento superficiale dei concimi aziendali e dei residui del raccolto favorisce la mineralizzazione dell'azoto e con ciò la sua valorizzazione da parte delle piante. L'incremento dell'attività biologica del suolo favorisce un'efficiente trasformazione degli elementi nutritivi legati alla sostanza organica. Allo stesso tempo però aumenta il rischio di dilavamento dell'azoto. Le quantità di azoto a disposizione delle aziende biologiche sono sovente esigue. Ulteriori informazioni inerenti l'impiego dei concimi in queste condizioni sono reperibili al capitolo 7.3.

Le leguminose stimolano la dinamica dell'azoto in relazione al luogo.

- Le leguminose delle superfici erbose e delle colture intercalari costituiscono le fonti principali d'azoto delle aziende biologiche. Gran parte dell'azoto legato alle proteine del foraggio viene eliminata con le urine degli animali divenendo in tal modo dell'azoto facilmente disponibile sotto forma di ammonio contenuto nel liquame.
- Le fonti più importanti di azoto a lenta cessione per le piante sono i residui dei raccolti, le semine di leguminose, i composti e la sostanza organica del suolo. La somministrazione dei materiali organici deve avvenire a scadenze regolari ed a dosi moderate onde evitare forti perdite indesiderate di azoto, stimolando nel contempo l'attività del suolo. Solo il materiale verde giovane stimola la mineralizzazione dell'azoto. La pacciamatura ("mulching") di graminacee, a partire dallo stadio di fine spigatura, può condurre ad una fissazione temporanea dell'azoto.
- L'accurata pianificazione dell'aratura dei prati di trifogli e graminacee assume una grande importanza

ai fini di un utilizzo efficiente dell'azoto dei residui delle radici. Bisogna fare tutto il possibile per evitare il rivoltamento autunnale dei prati. In primavera il "mulching" con prati giovani prima dell'aratura, aumenta la velocità di mineralizzazione dell'azoto.

I concimi aziendali consentono di impiegare l'azoto al momento opportuno e secondo le esigenze della coltura.

- Nelle colture biologiche i concimi aziendali sono, il più delle volte, disponibili in quantità appena sufficienti; il carico di bestiame è sovente inferiore a quello degli altri metodi di sfruttamento.
- La disponibilità di una **sufficiente capienza di stoccaggio del liquame** (per 5 – 6 mesi anche nelle regioni di pianura) è di capitale importanza per poter utilizzare il liquame nei momenti più favorevoli dal punto di vista agronomico ed ecologico.
- La **preparazione dei concimi aziendali** non è più essenziale oggidi. Grazie alle loro molteplici possibilità d'impiego, il letame compostato e il composto di letame si addicono soprattutto in foraggicoltura e campicoltura. Tuttavia, rispetto al letame di mucchio, le perdite di azoto che intervengono durante il compostaggio sono più elevate (cfr. tab. 45) ma sono parzialmente compensate da una migliore efficacia dell'azoto sul campo. Inoltre l'utilizzo del composto di letame in campicoltura comporta fra l'altro il vantaggio di facilitare la lotta meccanica contro le malerbe e di ridurre la pressione di vari agenti patogeni legati al suolo. Oggi, poche aziende biologiche eseguono ancora l'aerazione dei loro liquami. Questo processo comporta una serie di vantaggi, fra cui la diminuzione degli odori e la riduzione delle bruciature alle piante. Gli inconvenienti della preparazione dei concimi aziendali derivano da un maggiore carico di lavoro e/o da costi più elevati.
- Il letame, in dosi di 10-20 t/ha all'anno, viene impiegato per migliorare la struttura del suolo e mantenere il contenuto di materia organica (humus) in campicoltura. L'efficacia dell'azoto in foraggicoltura è migliore di quella riscontrabile in campicoltura.
- Gli apporti di liquame devono principalmente avvenire in epoche in cui il potenziale di mineralizzazione dell'azoto è debole (primavera) e/o in precisi periodi di sviluppo di determinate colture durante i quali aumenta il fabbisogno di azoto. Gli apporti singoli di liquame sono limitati a 30-40 m³/ha.

Utilizzo dei concimi del commercio

- Sulle colture biologiche, il saldo dei bilanci di concimazione è sovente negativo. Per quanto concerne l'azoto il raffronto intraaziendale fra produzione e fabbisogno è più difficoltoso poiché la fissazione dell'azoto (N-input), dovuta ad una maggiore proporzione di leguminose nella rotazione colturale e negli erbai, viene presa in considerazione solo indirettamente nella produzione di concimi aziendali.
- Per assicurare a lungo termine la nutrizione delle piante in P, K e Mg occorre verificare lo stato del suolo rispetto a questi elementi ogni 4 anni. Se necessario possono essere utilizzati concimi del commercio poco solubili, conformi alla coltura biologica (vedasi elenco delle sostanze ausiliarie edito dall'IRAB).
- L'acquisto di piccoli quantitativi di concimi azotati organici, particolarmente costosi, si giustifica in generale unicamente nelle colture orticole ad elevato valore aggiunto.
- La coltura biologica non ammette l'impiego di concimi P e K facilmente solubili come pure i concimi azotati di sintesi.

14. CONCIMAZIONE E AMBIENTE

14.1. La concimazione quale componente integrata del ciclo delle sostanze nutritive.

Con la concimazione vengono restituiti al suolo quegli elementi nutritivi che gli sono stati sottratti tramite la produzione vegetale. In molte aziende, una gran parte delle sostanze nutritive necessarie vengono restituite con i concimi aziendali e i residui colturali. Essi forniscono un importante contributo per la chiusura del ciclo delle sostanze nutritive all'interno dell'azienda. Concimi di provenienza esterna all'azienda (concimi minerali o a base di rifiuti) hanno solamente il compito di compensare possibili differenze tra fabbisogno delle piante e produzione aziendale di elementi nutritivi. Per conservare una durevole fertilità del suolo e ridurre il carico ambientale, bisogna chiudere il ciclo delle sostanze nutritive (fig. 1), equilibrando nel limite del possibile l'afflusso ed il deflusso delle stesse.

Per questo motivo, l'effettivo del bestiame dell'azienda, e di conseguenza la produzione di elementi fertilizzanti nei concimi aziendali, deve sintonizzarsi con il fabbisogno in elementi nutritivi delle colture e con i tenori del suolo, in modo da adeguarsi ad un'intensità di sfruttamento sostenibile nelle condizioni locali.

In un'azienda del piano si può perciò convertire una maggior quantità di elementi nutritivi che non in una di montagna.

14.2. Sintesi dei pericoli ambientali relativi all'utilizzo dei concimi e loro idoneità ad una fertilizzazione mirata, economica e rispettosa dell'ambiente.

A seconda delle sue caratteristiche ciascun tipo di concime presenta un diverso rischio potenziale per l'ambiente. Ogni concime necessita di un dispendio specifico di mezzi affinché, stoccaggio e spandimento avvengano nel rispetto ambientale. La tabella 49 fornisce una sintesi al riguardo. Essa mostra l'elevato carico ambientale potenziale dei concimi aziendali ed a base di rifiuti. Dal momento che qualsiasi produzione di generi alimentari di origine animale genera concimi aziendali, il modo più evidente per salvaguardare l'ambiente è quello di utilizzarli nella produzione vegetale dell'azienda medesima. A questo fine è necessario prendere tutte le misure possibili per gestire i concimi aziendali nel modo più ecologico possibile (contenuti ottimali dei foraggi, stoccaggio, epoca e tecnica di spandimento). In quest'ottica non sono tanto i concimi aziendali, come tali, a mettere potenzialmente a repentaglio l'ambiente, quanto la quantità impiegata di questi fertilizzanti. Aumentando la produzione di concime aziendale per unità di superficie si espone l'ambiente ad un accrescimento di carico ancora maggiore.

Per evitare tale evenienza è assolutamente necessario adattare il carico di bestiame, sull'insieme dell'azienda, alla produzione foraggera aziendale. Il carico massimo di concime aziendale, per ettaro di superficie coltivata, non dovrebbe superare 1 UBG (oppure una produzione di N e/o P equivalente ad 1 UBG per un'altra categoria di animali). Sulle superfici foraggere sfruttate in modo intensivo e semi intensivo questo valore si situa attorno a 2 UBG (con una graduazione secondo il potenziale produttivo del luogo).

Tabella 49. Rischio potenziale per l'ambiente rappresentato dai differenti concimi e investimenti per ridurre gli effetti negativi sul suolo, acqua e aria.

In questa tabella si sono scelti i limiti del sistema, circoscritti alla fossa dei liquami, al cumulo di letame, rispettivamente all'azienda. Non si è tenuto conto del rischio potenziale per l'ambiente costituito dai concimi aziendali nella stalla, dai concimi a base di rifiuti durante la fabbricazione ed il trasporto e dai concimi minerali nel corso della loro estrazione e trasporto. Per tutte le indicazioni si parte dal principio che tutti i concimi sono impiegati in modo ottimale riguardo alla quantità e all'epoca di spandimento. Scala di valutazione : 0 = nessun carico, 1 = relativamente minimo, 3 = medio, 3 = relativamente elevato.

Tipo di concime	Carico potenziale per				Criteri tecnici ed economici		
	Falda freatica ¹	Acque di superficie ²	Aria ³	Suolo ⁴	Investimento per lo stoccaggio e la manipolazione	Investimento per uno spandimento preciso	Investimento e limitazioni legati ad uno spandimento rispettoso dell'ambiente ⁶
Liquame	3	3	3	3	3	3	3
Letame	3	2	2	2	2	2	3
Fanghi di depurazione (liquidi)	3	3	3	3	1	2	3
Composto	2	2	2	2	1	2	2
Concime minerale N ⁵	2	1	2	1	1	2	2
Concime minerale P ⁵	1	1	0	2	1	2	1
Concime minerale K ⁵	2	1	0	1	1	2	1
Concime miner. Mg ⁵	1	1	0	1	1	2	1
Concime minerale S ⁵	2	1	0	1	1	2	1

¹ Carico di nitrati, cloro, solfati, ecc. igiene.

² Carico di fosforo e azoto, igiene.

³ Ammonio, gas esilarante.

⁴ Sostanze nocive, carico fisico.

⁵ I carichi legati alla fabbricazione e al trasporto franco azienda non sono considerati.

⁶ Investimenti (fabbricati, macchine), tempo di lavoro.

14.3. Misure per evitare perdite di elementi nutritivi

Le perdite di elementi fertilizzanti rappresentano per un'azienda agricola delle perdite economiche e un carico serio per l'ambiente. Sono particolarmente importanti le perdite causate dal dilavamento, dalla percolazione, dall'erosione e dalla volatilizzazione. Queste perdite dannose per l'ambiente possono essere riscontrate anche su superfici senza sfruttamento agricolo. Perdite di azoto scaturiscono anche dalla denitrificazione (respirazione nitrica dei microorganismi del suolo) la quale non è controllabile. Si tratta più precisamente della trasformazione del nitrato in componenti azotati gassosi. Il rischio di perdite viene però accentuato da una concimazione inadeguata. Una riduzione mirata della denitrificazione, a lungo termine, induce un aumento delle quantità di azoto nel suolo e nell'acqua che non è compatibile con il principio dello sviluppo sostenibile. Una capacità di stoccaggio per i

concimi aziendali sufficientemente grande (tab. 47), che permetta di spargere il liquame e il letame solo al momento giusto, è una premessa importante per ridurre il pericolo di perdite.

14.3.1. Dilavamento e percolazione

Nel caso del dilavamento, le sostanze nutritive solubili (nitrati, magnesio, calcio, zolfo, ecc.) vengono trascinate fino nella falda freatica con l'acqua che percola attraverso il suolo. In determinate condizioni del suolo, i concimi liquidi possono percolare e abbandonare la regione delle radici delle piante. Entrambi i modi, con cui le sostanze nutritive si spostano e/o vengono trasportate negli strati profondi del suolo non attraversabili dalle radici, pregiudicano la qualità dell'acqua potabile.

L'adozione di misure appropriate permette di ridurre fortemente il pericolo causato dal dilavamento e dalla percolazione (tabella 50).

Tabella 50. Misure atte a contenere il pericolo di dilavamento e percolazione.

Parametri	Condizioni	Rischio di dilavamento e d'infiltrazione; carico massimo sopportabile di concimi liquidi	Raccomandazioni concernenti la distribuzione di concimi liquidi; dosi massime per ogni apporto.
Condizioni atmosferiche	Precipitazioni forti o persistenti	molto elevato, carico non sopportabile	Evitare la distribuzione
Stato della struttura porosa del suolo	a) Distribuzione e forma dei pori:		
	- permeabilità elevata, pori grossolani, suolo screpolato, drenaggi artificiali	elevato; carico basso fino a non sopportabile	fino a 25 m ³ /ha
	- permeabilità limitata, pori fini, terreno che si intasa facilmente	medio; carico ridotto	fino a 40 m ³ /ha
	- permeabilità normale, pori medi	basso; carico normale	fino a 60 m ³ /ha ¹
	b) Riempimento dei pori:		
	- terreni senza capacità di assorbimento, saturi d'acqua	molto elevato; carico non sopportabile	evitare la distribuzione
Spessore del suolo	a) Profondità utile da insufficiente a scarsa (inferiore a 30 cm)	elevato; carico basso	fino a 25 m ³ /ha
	b) Profondità utile sufficiente (30-50 cm)	medio; carico ridotto	fino a 40 m ³ /ha
	c) Profondità utile da buona a molto buona (superiore a 50 cm)	basso; carico normale	fino a 60 m ³ /ha ¹
Capacità di ritenzione dello strato filtrante del suolo	a) Terreni con scarsa capacità di ritenzione: Contenuto di humus inferiore a 2% Contenuto d'argilla inferiore a 10%	elevato; carico basso	fino a 25 m ³ /ha
	b) Terreni con ridotta capacità di ritenzione : Contenuto di humus inferiore a 5% Contenuto d'argilla superiore a 30%	medio; carico ridotto	fino a 40 m ³ /ha
	c) Terreni con buona capacità di ritenzione : Contenuto di humus da 2 fino a 10% Contenuto d'argilla da 10 fino a 30%	basso; carico normale	fino a 60 m ³ /ha ¹
Coltura	a) Fabbisogno di elementi nutritivi attuale o prossimo	basso; carico normale	distribuzione di quantità adeguate
	b) Fabbisogno di elementi nutritivi inesistente: - Campicoltura - Prati	molto elevato; carico non sopportabile elevato; carico basso	evitare la distribuzione fino a 25 m ³ /ha

¹ In foraggicoltura queste quantità sono troppo elevate quali apporti singoli e quindi assolutamente da evitare.

14.3.2. Erosione e scorrimento superficiale

I concimi che giacciono sulla superficie del terreno possono venir trascinati via superficialmente con l'acqua delle precipitazioni. Le sostanze nutritive che vi sono contenute possono così inquinare le acque super-

ficiali (eutrofizzazione, moria di pesci, ecc.). I concimi liquidi impiegati in modo non appropriato e in condizioni del suolo e/o atmosferiche sfavorevoli, possono defluire direttamente anche dalla superficie. La tabella 51 mostra come dev'essere gestita la concimazione in modo da prevenire efficacemente questo pericolo.

Tabella 51. Misure atte a contenere il pericolo di erosione e di scorrimento superficiale

Parametri	Condizioni	Rischio di erosione e di scorrimento superficiale : carico massimo sopportabile con concimi liquidi	Raccomandazioni concernenti la distribu- zione di concimi liquidi: dosi massime per ogni apporto
Condizioni atmosferiche	Precipitazioni persistenti o temporali imminenti	molto elevato carico non sopportabile	evitare la distribuzione
Stato della struttura porosa del suolo	a) Terreno senza copertura :		
	- capacità d'infiltrazione ridotta (compattato, incrostato, intasato, satturo d'acqua, fortemente gelato, superficie impermeabile)	molto elevato; carico non sopportabile	evitare la distribuzione
	- buona infiltrazione (terra smossa, asciutta, suolo con superficie rugosa)	medio a basso; carico ridotto a normale	fino a 40 - 60 m ³ /ha ¹
	b) Terreno con copertura:		
	- capacità d'infiltrazione ridotta (compattato, incrostato, intasato, satturo d'acqua, fortemente gelato, superficie impermeabile)	molto elevato; carico non sopportabile	evitare la distribuzione
	- buona infiltrazione (terra smossa, asciutta, suolo con superficie rugosa)	basso; carico normale	fino a 60 m ³ /ha ¹
Condizioni topografiche	c) Strato di neve :		
	- neve asciutta, molto fredda	molto elevato; carico non sopportabile	evitare la distribuzione
	- neve che si scioglie	molto elevato; carico non sopportabile	evitare la distribuzione
	Pendio con inclinazione fino a 18% coltivato o incolto	basso; carico normale	fino a 60 m ³ /ha ¹
	Pendo con inclinazione da 19 fino a 35% coltivato o incolto	medio; carico ridotto	fino a 40 m ³ /ha
	Pendio con inclinazione da 36 fino a 50% coltivato o incolto	elevato; carico basso	fino a 25 m ³ /ha
	Pendio con inclinazione oltre a 50%	molto elevato; carico non sopportabile	evitare la distribuzione

¹ In foraggicoltura queste quantità sono troppo elevate quali apporti singoli e quindi assolutamente da evitare.

14.3.3. Volatilizzazione dell'ammoniaca

L'ammoniaca (NH₃), che scaturisce dall'ammonio (NH₄), viene liberata nell'aria sotto forma di gas e in gran parte si deposita successivamente di nuovo sulla terra. Ecosistemi sensibili possono venir danneggiati da questi apporti di azoto (sovrakoncimazione, acidificazione). Oltre a ciò essa interagisce nell'atmosfera con diversi processi indesiderati. La diminuzione delle perdite di ammoniaca torna utile anche all'attività agricola che dispone così di maggiori quantità di azoto disponibile per la pianta. Per contenere le perdite di

ammoniaca in stalla e durante lo stoccaggio dei concimi aziendali occorre limitare al massimo le superfici sporche e coprire i contenitori di liquame. Le più importanti perdite di ammoniaca intervengono però dopo lo spandimento dei concimi aziendali. Misure per impedire queste perdite sono riportate nella tabella 52. Con le dovute premesse (diluizione del liquame, ecc) è possibile ridurre le perdite anche con l'impiego di particolari tecniche di spandimento (tubo flessibile a strascico, organi interratori del tipo a vomere, distributore localizzato a righe, incorporazione del liquame nel terreno all'atto della distribuzione).

Tabella 52. Fattori che influiscono sulla volatilizzazione dell'ammoniaca e misure atte a ridurla.

Parametri	Condizioni	Rischio di volatilizzazione dell'ammoniaca	Misure per ridurre le perdite di ammoniaca	
			Liquame / fanghi di depurazione liquidi	Letame
Condizioni atmosferiche	Temperatura dell'aria elevata, aria secca, vento	elevato	Spandere nei giorni freschi e umidi. Spandere nel fine pomeriggio o alla sera, spandere appena prima o durante una leggera pioggia (attenzione all'erosione)	Spandere nei giorni freschi e umidi. Spandere appena prima o durante una leggera pioggia (attenzione all'erosione)
	Fresco, umido senza vento	medio		
	Precipitazioni durante lo spandimento	basso		
Grado di diluizione del liquame	Non diluito	elevato	Liquame bovino: diluizione almeno 1:1, meglio 1:2 ¹ Liquame povero di sterco, liquame suino: diluizione almeno 1:2, meglio 1:3	
	Mediamente diluito (fino a 1:1) ¹	medio		
	Fortemente diluito (fino a 1:2) ²	basso		
Condizioni d'infiltrazione del suolo	Superficie del terreno satura d'acqua, disseccata, compattata, intasata, incrostata.	elevato	Spandere i liquami solo su terreni con buona capacità di assorbimento	
	Terreno umido con buona capacità di assorbimento	basso a medio		
Copertura del terreno in campicoltura	Copertura con paglia trinciata, strato di pacciamatura naturale, residui di vegetali (semina diretta)	elevato	Rottura delle stoppie con iniezione simultanea (speciali coltivatori), oppure prima di spandere liquame lavorare il terreno mediante coltivatore rompistoppie. Apporto di liquame nel mais dopo la sarchiatura nelle interlinee; diluire sufficientemente il liquame.	
	Copertura vegetale fitta	medio a elevato		
	Terreno senza copertura	medio		
Tecnica di spandimento	Spandimento a lunga gittata	elevato	Tubo flessibile a strascico, organi interratori del tipo a vomere, iniezione profonda, applicazione in scanalature, spandimento con incorporazione del liquame nel terreno all'atto della distribuzione	Incorporazione immediata (nelle prime ore dopo l'applicazione) mediante aratro o coltivatore
	Distribuzione rasoterra a righe	medio		
	Interramento diretto nel suolo ²	debole		

¹ Parte di liquame, parte d'acqua.

² Nessuna diluizione particolare.

14.4. Conseguenze di una concimazione eccessiva

Se per lungo tempo un elemento viene apportato in quantità superiore rispetto al fabbisogno, questo si accumula nel suolo oppure si disperde nelle acque e nell'atmosfera. Arricchimenti massicci possono avere diverse ripercussioni negative come per esempio lo scombussolamento dell'equilibrio degli elementi presenti nel suolo, indesiderati tenori elevati nelle piante (ad es. nitrati, potassio) con conseguente minaccia per la salute di animali e uomini, modificare la composizione botanica dei prati (malerbe, impoverimento del numero di specie), oppure accrescere il pericolo di perdite.

14.5. Sostanze nocive e agenti patogeni

Con la concimazione possono giungere e accumularsi nel suolo anche delle *sostanze nocive*. Un'attenzione particolare dev'essere prestata ai metalli pesanti. Questi non vengono solo portati attraverso i concimi a base di rifiuti ma anche attraverso i concimi aziendali (rame e zinco nel liquame suino) e quelli minerali (per es. cadmio nei concimi fosforici). Le disposizioni inerenti la messa in commercio di concimi contenute nell'ordinanza sui concimi e nel libro dei fertilizzanti, nonché i valori limite figuranti nell'ordinanza sulle sostanze pericolose per l'ambiente (allegato 4.5) hanno lo scopo di minimizzare il carico del suolo e dei raccolti

con sostanze nocive contenute nei concimi. Ancora poco conosciuta è la ripercussione dell'accumulo nel suolo di sostanze organiche dannose e quelle simili agli ormoni. Alcune di esse vengono in parte introdotte nel suolo anche coi concimi a base di rifiuti.

I concimi aziendali ed a base di rifiuti possono anche contenere *agenti patogeni* che dopo essere giunti nel suolo sono parzialmente in grado di sopravvivere per vari mesi. Lo stoccaggio del liquame, la pastorizzazione dei fanghi di depurazione e la fase di calore durante il compostaggio contribuiscono a rendere gli agenti patogeni praticamente inoffensivi.

14.6. Riassunto delle raccomandazioni per una concimazione rispettosa dell'ambiente.

Una concimazione mirata, rispettosa dell'ambiente, garantisce il mantenimento a lungo termine del potenziale produttivo del suolo, limita inutili perdite di elementi nutritivi e con ciò i costi della concimazione e rende un contributo al mantenimento di acque superficiali e sotterranee esenti da sostanze inquinanti. Tuttavia è sovente difficile adempiere contemporaneamente a tutte queste condizioni per una concimazione rispettosa dell'ambiente. È compito di ogni agricoltore, grazie alle sue esperienze, con l'aiuto della consulenza e con l'ausilio dei mezzi messi a disposizione, organizzare la concimazione in modo tale che sia adattata ai fabbisogni delle piante, che tenga conto delle condizioni pedoclimatiche e che venga eseguita al momento giusto. Occorre inoltre badare che misure adottate per impedire un certo tipo di perdite (p. es. erosione), non ne favoriscano delle altre (p. es. volatilizzazione di NH_3). Le misure più importanti per la salvaguardia dell'ambiente sono le seguenti:

- Carico degli animali adattato alla situazione locale.
- Pianificare accuratamente gli interventi di concimazione (piano di concimazione) tenendo in considerazione la rotazione colturale e i risultati delle analisi del suolo.
- Impiego mirato degli elementi fertilizzanti contenuti nei concimi aziendali propri. I concimi estranei all'azienda (concimi aziendali di terzi, fanghi di depurazione, composto, concimi minerali) devono essere impiegati solo per coprire eventuali fabbisogni non coperti dai concimi aziendali.
- Tralasciare gli apporti al di fuori del periodo di crescita delle piante (sufficiente spazio per lo stoccaggio di letame e liquame).
- Distribuire i concimi unicamente quando il suolo è in grado di assorbirli (non su terreni saturi d'acqua,

fortemente compattati, infangati o impantanati, coperti da neve o gelati). Prestare una particolare attenzione ai terreni con drenaggio.

- Sintonizzare il più esattamente possibile il periodo, le quantità e la forma dei singoli apporti con lo stadio di sviluppo delle piante ed adeguarli alle situazioni locali e alle condizioni atmosferiche.
- Liquami, letame e fanghi di depurazione devono essere applicati solo con tempo fresco e in giornate poco ventose (durante lo spandimento e possibilmente nelle 24 ore seguenti: temperatura inferiore a 15 °C e umidità relativa dell'aria superiore al 70%). In campicoltura, dove possibile, bisogna erpicare prima dello spargimento oppure incorporarli rapidamente nel terreno dopo la distribuzione.
- Evitare di lasciare le superfici incolte (prevedere una coltura intercalare, un sovescio, una semina diretta con pacciamatura vegetale, ecc).

15. CONCIMAZIONE E QUALITÀ DEI RACCOLTI

La qualità di un prodotto raccolto viene di regola suddiviso in qualità esteriore (forma, colore, grandezza, ecc.) e in qualità interiore (tenore in componenti di valore quali proteine, zuccheri, vitamine, sali minerali). Solitamente, la qualità dei raccolti aumenta con rendimenti crescenti. Una concimazione ottimizzata alle rese comporta quindi di regola, anche l'ottimizzazione della qualità. Un'offerta di elementi fertilizzanti eccedentaria o deficitaria, durante un breve o lungo periodo della crescita, conduce spesso ad indesiderati eccessi o mancanze nel contenuto di componenti determinanti il valore del prodotto. Con la concimazione viene dunque da sempre considerata non solo la resa ma anche la qualità dei prodotti, la qualità dell'aspetto paesaggistico tramite la composizione botanica dei prati e la qualità dell'aria e dell'acqua tramite la riduzione delle perdite di sostanze fertilizzanti. In certi casi con la concimazione si modificano in modo mirato determinati costituenti del prodotto raccolto. Questo tipo d'intervento è sovente chiamato "concimazione di qualità". A mo' d'esempio si cita il caso dei cereali, nei quali un apporto di azoto dopo la spigatura influenza in misura molto maggiore il tenore proteico della granella che non il rendimento unitario. Allo stesso tempo v'è anche un aumento significativo del tenore in azoto della paglia con conseguente modifica del rapporto C : N, attraverso il quale migliora la decomposizione della paglia incorporata nel terreno e, di riflesso, si avrà un letame di qualità superiore.

16. LA CONCIMAZIONE NELLA PRATICA

16.1. Il piano di concimazione

Le molteplici esigenze e le condizioni marginali poste ad una concimazione funzionale, mirata e rispettosa dell'ambiente si lasciano realizzare al meglio sulla base di un piano di concimazione eseguito annualmente ed in modo accurato. I relativi formulari e programmi informatici sono ottenibili presso i servizi di consulenza agricola. Per l'allestimento e il calcolo di un piano di concimazione è raccomandabile seguire il seguente procedimento.

1. Elencare tutti gli appezzamenti (denominazione e superficie) e tutte le colture esistenti o previste.
2. Registrare i risultati delle analisi del suolo e dei rispettivi fattori di correzione per la norma di concimazione delle singole parcelle così come per la norma di concimazione delle diverse colture.
3. Calcolare la norma di concimazione corretta per tutte le parcelle rispettivamente colture. Si tratta con questo di adattare la norma di concimazione dapprima al livello delle rese ed in seguito al contenuto in elementi nutritivi del suolo.
4. Riportare apporti provenienti dai residui colturali ed eventuali apporti di P, K e Mg ai sovesci.
5. Suddividere quantitativamente e temporalmente i concimi aziendali prodotti per le singole colture, tenendo conto delle caratteristiche e dei contenuti dei concimi come pure dei fabbisogni delle colture.
6. Calcolare la differenza fra la norma di concimazione corretta (punto 3) e gli apporti di elementi nutritivi tramite i residui colturali, gli apporti di P, K e Mg ai sovesci (punto 4) come pure tramite i concimi aziendali (punto 5).

7 Scegliere i concimi da acquistare (concimi aziendali di terzi, fanghi di depurazione, composto, concimi minerali) per coprire la differenza calcolata nel punto 6, tenendo in considerazione gli aspetti ecologici, pedologici, agronomici, d'organizzazione del lavoro, economici e legali.

8. Calcolare il quantitativo necessario dei concimi da acquistare.

Per i piani di concimazione calcolati tramite computer è sempre conveniente informarsi, prima dell'impiego o dell'acquisto, sul contenuto (dati di base) e sul modo di calcolo del programma.

16.2 Scelta del tipo di concime

La scelta dei concimi provenienti dall'esterno dell'azienda dovrebbe essere fatta innanzitutto tenendo conto delle loro proprietà rispetto alle esigenze del suolo e delle piante. Gli aspetti economici sono di regola di secondaria importanza e sono determinanti solo tra prodotti con proprietà analoghe. I criteri importanti per la scelta dei concimi sono: le proprietà e le esigenze specifiche delle diverse piante coltivate, le caratteristiche del suolo d'immagazzinare gli elementi fertilizzanti in forma disponibile, la rapidità d'azione desiderata dei concimi così come il contenuto desiderato di componenti secondari (calce, zolfo, oligo-elementi) ma anche l'eventuale presenza di sostanze nocive. Indicazioni riguardanti le caratteristiche delle differenti forme di elementi fertilizzanti e dei concimi sono contenute nelle tabelle 55, 56, 57 e 58.

16.3. Possibilità di rinunciare alla concimazione con P, K e Mg.

Nell'elaborazione del piano di concimazione può accadere che singole parcelle necessitino di quantitativi molto limitati di concime, la cui applicazione risulta però difficile per motivi tecnici. La tabella 53 dà le necessarie informazioni per procedere in queste circostanze.

Tabella 53. Possibilità di rinunciare alla concimazione con P, K e Mg in funzione dei contenuti e della profondità utile del suolo nonché delle quantità calcolate di concime da spargere.

Rinuncia : rinuncia a qualsiasi apporto di concime minerale in quanto il fabbisogno della coltura prevista è ampiamente coperto dalle restituzioni della coltura precedente, dalle riserve del suolo e, se del caso, dalla concimazione organica nonché dalla deduzione anticipata dei residui di raccolta della prossima coltura.

Soglie di rinuncia: 100 kg/ha per i concimi P e K semplici o composti
50 kg /ha per i concimi magnesiaci specifici.

Apporti di concime non eseguiti: la rinuncia ad apporti di piccole entità di concime minerale implica che il quantitativo di sostanze nutritive in questione venga tenuto in considerazione nel piano di concimazione dell'anno successivo.

Classe di approvvigionamento per P, K o Mg (secondo analisi del suolo)	Profondità utile del suolo ¹	Possibilità di rinuncia ad applicare piccole quantità di concime P e/o K	Possibilità di rinuncia ad applicare piccole quantità di concime Mg
povero	superficiale	No	No
	profondo	No	No
moderato	superficiale	No	No
	profondo	Si	Si
sufficiente	superficiale	Si	No
	profondo	Si	Si
riserve	superficiale	Si	Si
	profondo	Si	Si

¹ Suolo superficiale: profondità utile inferiore a 70 cm .
Suolo profondo: profondità utile superiore a 70 cm.

16.4. Concimazione di rotazione

Qualora la rotazione colturale sia chiaramente definita è possibile semplificare la fertilizzazione con fosforo, potassio e magnesio tramite la concimazione di rotazione. Dapprima si totalizzano le norme di concimazione per l'insieme della rotazione, tenendo in considerazione i riporti provenienti dai residui colturali ed i contenuti dei concimi aziendali, applicando poi annualmente il fabbisogno medio ottenuto. Questo metodo richiede l'allestimento di un piano di concimazione pluriennale ed è consigliato solo sugli appezzamenti di terreno con suolo sufficientemente fornito di elementi nutritivi (classe di approvvigionamento C o D, tab. 6). La concimazione di rotazione non è proponibile allorquando l'avvicendamento comprende una cultura con elevato fabbisogno nutritivo rispetto alle altre della successione, oppure una cultura incline ad un consumo di lusso per un qualsiasi elemento nutritivo.

16.5. Possibilità e limiti dei differenti metodi per fare il bilancio degli elementi nutritivi.

Il bilancio degli elementi nutritivi di un'azienda può fornire degli elementi per valutare la gestione globale dei concimi. Un tale bilancio può essere fatto in vari modi:

Il bilancio di entrata / uscita confronta l'ammontare dei mezzi di produzione affluiti nell'azienda sotto forma di elementi nutritivi con quelli che lasciano l'azienda sotto forma di prodotti. Questo metodo non dice nulla sull'ampiezza ed intensità dei movimenti di elementi nutritivi all'interno dell'azienda. Di conseguenza non è direttamente paragonabile ad un piano di concimazione. Inoltre il suo valore di previsione relativo all'azoto è particolarmente problematico (azotofissazione, perdite).

Il bilancio produzione / fabbisogno mette a confronto il totale degli elementi nutritivi contenuti nei concimi prodotti in azienda unitamente a quelli contenuti nei concimi forniti da terzi, con il fabbisogno in elementi nutritivi delle culture, tenendo conto dei tenori in sostanze nutritive del suolo.

Questo bilancio si basa, in linea di massima, sui medesimi principi e valori del piano di concimazione (cap. 16.1) e può pertanto essere confrontato con quest'ultimo.

Nel quadro dell'Ordinanza sui pagamenti diretti (cap. 18.4), le centrali di consulenza (LBL / SRVA) forniscono il formulario "Bilancio aziendale degli elementi nutritivi" che consente di elaborare un tale bilancio per richiedere il riconoscimento delle prestazioni ecologiche richieste.

L'eventuale esclusione dal calcolo del contenuto di sostanze nutritive del suolo (N, P, K, Mg) sminuisce nettamente il significato di questo bilancio. Inoltre i bilanci di sostanze nutritive a livello aziendale non permettono alcuna asserzione in merito alla concimazione specifica di ogni parcella.

17. TECNICA DI SPANDIMENTO PER I CONCIMI MINERALI, I CONCIMI AZIENDALI ED I CONCIMI A BASE DI RIFIUTI.

La tabella 54 fornisce una panoramica sui principali sistemi di spandimento e di distribuzione per i concimi minerali, i concimi aziendali ed i concimi a base di rifiuti.

La precisione nel dosaggio e nella ripartizione gioca un ruolo essenziale per conseguire una concimazione che soddisfi le esigenze dei vegetali e dell'ambiente.

Per poter spargere il concime nel momento agronomico più propizio bisogna prestare la necessaria attenzione allo stato generale del suolo. Il sistema di distribuzione impiegato per spandere il liquame ha una notevole influenza sul livello delle perdite d'azoto dovute alla volatilizzazione dell'ammoniaca.

Per quanto concerne l'applicazione di concimi minerali si osserva che le aziende si orientano maggiormente verso l'impiego di spandiconcimi a due dischi con larghezza di lavoro fino a 36 m. Per contro la diffusione dei distributori pneumatici è in costante regresso.

Le proprietà fisiche del concime possono influenzare notevolmente la regolarità di distribuzione.

Di conseguenza occorre assolutamente sottoporre gli spandiconcimi centrifughi ad una messa a punto con

l'aiuto di tabelle di dispersione nonché ad un controllo dell'erogazione per ottenere uno spandimento accurato.

L'applicazione di concimi minerali in forma liquida mediante irroratrice per prodotti fitosanitari è eseguita solo in casi sporadici sulle aziende di campicoltura più vaste. Normalmente si utilizzano concimi azotati e concimi binari NP. Nel caso dello *spandimento di liquame* si dispone oggi di una vasta gamma di apparecchi di distribuzione che consentono di spargere il liquame con elevata precisione e perdite minime.

I distributori con tubo flessibile a strascico si differenziano dai distributori in banda per l'elevata precisione, perdite di ammoniaca ridotte e deboli residui di liquame sulle piante. L'applicazione mirata di liquame in campicoltura è nettamente più esigente (larghezza di lavoro, maggiore precisione di ripartizione, riduzione delle perdite d'azoto) che non in foraggicoltura. Quest'esigenza può essere soddisfatta utilizzando un impianto d'irrigazione a pioggia automatico in combinazione con un distributore con tubo flessibile a strascico. I costi di questo sistema sono però relativamente elevati.

Lo spandimento di letame comporta soprattutto la necessità di poter applicare la quantità prevista su tutto il campo, con la massima precisione possibile. Su prati e pascoli è importante poter eseguire spandimenti sufficientemente precisi anche con quantità inferiori a 15 t/ha per non inibire la decomposizione del letame.

In foraggicoltura è pertanto preferibile utilizzare carri spandiletame a proiezione verticale e propulsione idraulica del fondo a traverse mobili con debole avanzamento. Nelle regioni di montagna sono sempre molto diffusi gli spandiletame laterali.

Per l'applicazione di concimi solidi a base di rifiuti vengono frequentemente impiegati speciali spandiconcimi e spandicomposto a grande capacità muniti di dispositivo a piatti rotanti e caratterizzati da un'elevata capienza ed una maggiore solidità costruttiva (vasca, telaio, asse). Per un'applicazione occasionale di concimi a base di rifiuti sono utilizzabili anche sparpagiatori a proiezione verticale oppure spandiletame laterali. Attualmente la maggior parte dei *concimi liquidi a base di rifiuti* viene distribuita direttamente sul campo da imprese di trasporto equipaggiate di sistemi adeguati efficienti e rispettosi del suolo.

Tabella 54. Idoneità e valutazione di differenti tecniche di spandimento per i concimi minerali, i concimi aziendali ed i concimi a base di rifiuti (vedasi note a pag. 69)

Tecnica di spandimento	Sistema / dispositivo di distribuzione	Idoneo per lo spandimento di:				Valutazione riguardo a ¹				
						Precisione di dosaggio e distribuzione	Perdite di ammoniaca	Tutela del suolo	Lavoro in pendio	Costo macchine
Concimi minerali:		granulato	polvere	liquido						
Spandiconcime centrifugo a dischi	Distributore centrifugo a 1 o 2 dischi	x	x			2	1 ²	1	1	1
	Distributore a tubo oscillante	x	x			2	1 ²	1	1	1
Distributore di precisione a barra	Distributore pneumatico	x				1	1 ²	1	2	3
Irroratrice	Ugelli a 3 orifici			x		1	1	1	2	2
Liquame e fanghi di depurazione liquidi:		Liquame	Fanghi di depurazione							
Cisterna (botte)	Deflettore	x	x			3-4	3 ³	3	3	1
	Ripartitore oscillante	x	x			2	3 ³	3	3	1
	Distributore con tubo flessibile a strascico	x	x			1	2	3	4	3
	Localizzatore-interruttore	x	x			1	1	4	4	4
Getto irrigatore con rotolone	Deflettore	x	x			3-4	3 ³	1	1	2
	Distributore a ugello rotativo	x	x			2	3 ³	1	1	2
	Distributore con tubo flessibile a strascico	x	x			1	2	1	3	3
Fertirrigazione automatica (Rollomat)	Irrigatore ad alta pressione	x	x			4	4 ³	1	3	3
	Tubo porta ugelli	x	x			2	3 ³	1	3	4
	Distributore con tubo flessibile a strascico	x	x			1	2	1	3	4
Letame:		Letame								
Carro spandiletame	A proiezione orizzontale	x				4	3	4	3	2
	A proiezione verticale	x				3	3	3	3	2
	Spandiletame con scarico laterale	x				3	3	2	2	3
	Spandiconcime a piatti rotanti	x				2	3	2	3	3
Concimi a base di rifiuti (solidi):		Composto /materiale trinciato	Fanghi di depurazione disidratati	Fanghi di depurazione essiccati	Calce d'Aarberg					
Carro spandiletame	A proiezione verticale	(x)	(x)			3	⁵	3 ⁴	3	2
	Spandiletame con scarico laterale	x	x	(x)	x	3	⁵	2 ⁴	2	3
Spandicomposto	Dispositivo a 2 o 4 piatti rotanti	x	x	(x)		2	⁵	2 ⁴	3	3
Spandiconcimi a grande capacità	Dispositivo a 2 dischi			x	x	1	⁵	2 ⁴	3	4
Spandiconcimi	Distributore centrifugo a 2 dischi			x		1	⁵	1	2	2

Tabella 54: note

- ¹ 1 = molto favorevole; 2 = favorevole; 3 = poco favorevole, lacunoso; 4 = molto sfavorevole, insufficiente.
- ² Concime azotato: per i concimi ammoniacali, rischio di perdite leggermente più elevato che non con le altre forme di azoto.
- ³ Le perdite di azoto dipendono fortemente dalle condizioni atmosferiche presenti immediatamente dopo lo spandimento.
- ⁴ Dipende dalle dimensioni dei pneumatici e dalla grandezza dello spanditore.
- ⁵ Il tipo di concime (forma e composizione) è più importante della tecnica di spandimento.

18. ANNESSI

18.1. Caratteristiche delle diverse forme di elementi fertilizzanti e concimi

Tabella 55. Proprietà delle diverse forme di elementi nutritivi.

Elemento	Forma	Proprietà	Raccomandazioni
Azoto	Nitrato	Azione rapida Rischio elevato di dilavamento	Far coincidere il più possibile il momento dell'applicazione e la quantità al fabbisogno a breve termine
	Ammonio	Azione ritardata e persistente Rischio elevato di volatilizzazione	Su terreni neutri e alcalini incorporare superficialmente
	Nitrato ammonico	Azione in parte rapida, parte lenta	In periodo prolungati senza precipitazioni incorporare superficialmente
	Urea	Azione ritardata e persistente Rischio elevato di volatilizzazione	Su terreni neutri e alcalini incorporare superficialmente. In foraggicoltura non distribuire durante periodi di bel tempo
	Organico	Azione da lenta fino a molto lenta e addirittura insicura. Mineralizzazione incontrollata tramite i microrganismi Rischio di mineralizzazione in momenti inopportuni con conseguente dilavamento dei nitrati	Evitare gli apporti unici e massicci Apporti regolari e moderati Evitare periodi con suolo incolto durante il periodo vegetativo (una mineralizzazione incontrollata conduce a elevati dilavamenti di nitrati)
Fosfato	Solubile nell'acqua (p.es. Superfosfato)	Azione rapida su tutti i terreni Tende ad acidificare leggermente il suolo	Utilizzazione regolare su terreni neutri e alcalini ; impiego occasionale su terreni acidi
	Solubile nel citrato d'ammoniaca (p.es. Iperfosfato del Reno)	Azione in parte rapida, in parte lenta	Impiego su terreni con pessimo approvvigionamento in P e valori pH fino a 6,6 ; su terreni con buon approvvigionamento e valori pH fino a 7,5
	Solubile nell'acido citrico (p.es. Scorie Thomas, Scorialor, Farina d'ossa, Fanghi di depurazione)	Azione lenta Leggera azione alcalinizzante Mantiene il pH stabile su terreni leggermente acidi	Impiego su terreni con pessimo approvvigionamento in P e valori pH fino a 6,2 ; su terreni con buon approvvigionamento e valori pH fino a 7,5
	Fosfato naturale (p.es. Iperfosfato)	Azione molto lenta	Impiego su terreni con pessimo approvvigionamento in P e valori pH fino a 5,9 ; su terreni con buon approvvigionamento e valori pH fino a 7,5
Potassio	Cloruro di potassio (p.es. Sali di potassio)	Solubile nell'acqua, Azione rapida Rischio di dilavamento su terreni molto sabbiosi ; contiene 40-50% di cloro	Limitare i singoli apporti a 300 kg K ₂ O/ha Su terreni molto sabbiosi distribuire in primavera Apporti ridotti su colture sensibili al cloro

Continua.

Tabella 55. Continuazione

Elemento	Forma	Proprietà	Raccomandazioni
Potassio (cont.)	Solfato potassico (p.es. Magnesia potassica, Patentkali)	Solubile nell'acqua, azione rapida Tende ad acidificare leggermente il suolo, contiene 15-20% de zolfo	Impiego per colture sensibili al cloro Impiego per colture con fabbisogno elevato di zolfo Impiego per colture che gradiscono luoghi acidi
	Nitrato di potassio	Solubile nell'acqua Azione rapida	Idoneo per la concimazione fogliare. Concime speciali per casi particolari (legumi, tabacco)
Magnesio	Solfato di magnesio (p.es. Kieserit, Solfato di magnesio idratato)	Solubile nell'acqua, azione rapida Pericolo di dilavamento su terreni leggeri	Impiego in caso di fabbisogni acuti di magnesio (concimazione fogliare con solfato di Mg idratato, concimazione al suolo con solfato di magnesio). Su terreni leggeri distribuire in primavera.
	Carbonato di magnesio	Debole solubilità, azione lenta e persistente. Debole rischio di dilavamento	Impiego per l'eliminazione di deboli carenze in terreni acidi. Concimazione per il mantenimento della fertilità in terreni neutri, leggermente acidi e acidi.
	Ossido di magnesio	Azione lenta e persistente	Impiego per il mantenimento della fertilità in tutti i tipi di terreno.
Zolfo	Solfato	Solubile nell'acqua, azione rapida Forte rischio di dilavamento	Far coincidere il più possibile il momento dell'applicazione e la quantità al fabbisogno a breve termine
	Organico	Azione lenta e addirittura insicura Mineralizzazione incontrollata tramite i microrganismi. Rischio di mineralizzazio- ne in momenti inopportuni con conseguente dilavamento dei nitrati	Evitare gli apporti unici e massicci Apporti regolari e moderati

Tabella 56. Proprietà dei diversi concimi a base di calce

Denominazione commerciale	Proporzione di calce		Contenuto dei principali elementi secondari	Effetto neutralizzante nel suolo
	Formula chimica	Indicazioni per il calcolo dell'effetto della calce (in % CaO)		
Calce Roccia calcarea macinata Carbonato di calce	CaCO ₃	50		lenta
Calce d'alghe marine	CaCO ₃ /MgCO ₃	50	2-3% Mg	lenta
Dolomia	CaCO ₃ / MgCO ₃	50	12% Mg	lenta
Calce spenta	Ca(OH) ₂	55		rapida
Calce viva	CaO	75		rapida
Calce d'Aarberg (Ricokalk)	CaCO ₃	32	30% H ₂ O 1,1% P ₂ O ₅ 0,7% Mg 0,3% N	media

Tabella 57. Concimi minerali contenenti zolfo.

Concime	Contenuto di zolfo (% S)
Solfato ammonico	24
Solfato di magnesio (kieserit)	20
Magnesia potassica (Patentkali)	18
Solfato di potassio	18
Superfosfato	12
Supertriplo	1,5
Concimi completi	Secondo le indicazioni sull'imballaggio
Solfato di magnesio (epsomite), concimazione fogliare 10-20 kg in 1000 litri d'acqua	13

Tabella 58. Influsso dei diversi concimi sulla reazione del suolo (valore pH)

Abbassa il pH, azione acidificante	Mantiene o alza il pH, azione alcalinizzante
Concimi solforici	Calciocianammide
Concimi ammoniacali	Scorie Thomas, Scorialor
Urea	Iperfosfato
Superfosfato,	Liquame suino
Supertriplo	Fanghi di depurazione
Liquame bovino	Concimi calcici (vedasi tab. 56)

18.2. Quantità di elementi nutritivi contenute nei prodotti vegetali e animali**Tabella 59. Asportazioni di elementi nutritivi da parte di diverse colture.**

Se non viene fatta una differenza fra coltura invernale e primaverile, i valori valgono per entrambe le forme.

Coltura	Prodotto	Tenore in SS (%)	Asportazioni (kg/q)				
			N ¹	P ₂ O ₅ ²	K ₂ O ³	Mg ⁴	Ca ⁵
Cereali e mais							
Frumento autunnale	granella	85	15 - 25	7,5 - 10	3,5 - 5,5	0,8 - 1,2	0,3 - 0,5
	paglia	85	3 - 7	1,0 - 3,0	7 - 15	0,6 - 1,0	2,0 - 4,0
Frumento primaverile	granella	85	18 - 26	7,0 - 9,8	3 - 5	1,0 - 1,4	0,2 - 0,4
	paglia	85	3 - 7	1,2 - 2,2	8 - 14	0,3 - 0,6	1,7 - 3,7
Orzo autunnale	granella	85	13 - 17	8 - 10	4,5 - 7,5	0,8 - 1,2	0,4 - 0,6
	paglia	85	3 - 6	1,8 - 2,8	12 - 24	0,2 - 0,6	2,0 - 5,0
Orzo primaverile	granella	85	10 - 16	7 - 9	5 - 7	0,9 - 1,3	0,4 - 0,8
	paglia	85	3 - 7	1,8 - 2,6	16 - 24	0,2 - 0,6	2,2 - 4,2
Avena	granella	85	13 - 19	7 - 9	4 - 6	0,9 - 1,3	0,6 - 1,0
	paglia	85	3 - 7	2,3 - 3,1	18 - 24	0,6 - 1,2	2,2 - 4,2
Segale / spelta	granella	85	14 - 18	7 - 9	4 - 6	0,9 - 1,3	0,4 - 0,6
	paglia	85	3 - 7	2 - 3	10 - 14	0,8 - 1,2	2,5 - 3,5
Triticale	granella	85	15 - 20	7 - 11	5 - 7	0,8 - 1,2	0,3 - 0,7
	paglia	85	5 - 10	1,5 - 3,5	10 - 15	0,6 - 0,9	1,75 - 2,75
Farro, spelta minore	granella	85	17 - 27	6 - 10	4 - 6	0,8 - 2,0	0,2 - 0,5
	paglia	85	3 - 5	2 - 4	7 - 11	0,4 - 0,8	1,4 - 2,2
Mais da granella	granella	85	11 - 15	4 - 8	4,0 - 5,6	0,6 - 1,4	0,1 - 0,3
	paglia	85	4 - 8	2,4 - 4,4	14 - 30	0,7 - 1,9	2,0 - 6,0
Mais da silo	pianta intera	100	10 - 15	4 - 7	10 - 21	0,9 - 1,5	1,8 - 2,8
Mais verde	pianta intera	100	14 - 24	5,5 - 7,5	22 - 32	0,8 - 1,2	2,4 - 4,4

Continua.

Tabella 59: Continuazione

Coltura	Prodotto	Tenore in SS (%)	Asportazioni (kg/q)				
			N ¹	P ₂ O ₅ ²	K ₂ O ³	Mg ⁴	Ca ⁵
Piante da tubero e da radici							
Patate (industriali e per il consumo)	tuberi	22	2,2 - 3,8	1 - 2	4 - 6	0,16 - 0,24	0,1 - 0,3
	pianta	14	0,9 - 1,9	0,3 - 0,7	4 - 9	0,2 - 0,5	2,0 - 4,4
Patate precoci e da seme	tuberi	18	1,7 - 2,9	1 - 2	4 - 6	0,16 - 0,24	0,1 - 0,3
	pianta	8	2,5 - 4,1	0,5 - 0,9	4 - 10	0,3 - 0,8	1,5 - 4,0
Bietole da zucchero	radici	22	1,7 - 2,5	0,6 - 1,0	2,0 - 3,2	0,22 - 0,42	0,4 - 0,6
	foglie e colletti	15	2 - 4	0,6 - 1,1	5 - 7	0,4 - 1,0	1,3 - 2,7
Bietole da foraggio	radici	100	0 - 13	4 - 6	15 - 21	1,1 - 1,5	1,5 - 3,0
	foglie e colletti	15	2,5 - 4,5	0,6 - 1,0	6 - 8	0,5 - 1,3	1,3 - 2,7
Oleaginose e piante destinate alla produzione di fibre							
Colza	granella	90	26 - 34	13 - 19	8 - 11	2,0 - 3,20	3,5 - 5,5
	paglia	85	5 - 10	3 - 4	14 - 18	1,0 - 2,0	12 - 16
Girasole	granella	85	28 - 35	9 - 13	7,2 - 9,6	2,3 - 3,7	4,5 - 5,3
	paglia	60	8 - 10	2,5 - 2,8	55 - 68	6,5 - 8,5	8 - 11
Canapa da olio	granella	90	40 - 52	20 - 30	7 - 15	4,1 - 6,7	1,8 - 3,0
	paglia	85	7 - 11	3 - 5	10 - 18	1 - 2	6 - 10
Canapa da fibra	pianta intera	85	7 - 13	5 - 8	14 - 20	1,5 - 2,0	5 - 10
Canapa da fibra	stelo	85	2 - 4	2 - 4	7 - 11	0,3 - 0,7	6 - 12
	granella e foglie	90	23 - 32	12 - 18	20 - 35	3 - 7	2 - 3
Lino da olio	granella	90	45 - 64	9 - 15	7 - 12	0,3 - 0,7	1,2 - 2,8
	paglia	85	4 - 8	4 - 6	13 - 23	0,5 - 1,2	4 - 10
Lino da fibra	stelo	85	8 - 12	6 - 8	15 - 25	1 - 3	5 - 11
	granella	90	45 - 64	9 - 15	7 - 12	0,3 - 0,7	1,2 - 2,8
Miscanto	pianta intera	100	1,8 - 2,4	0,8 - 1,1	4,5 - 6,7	0,2 - 0,3	1,0 - 1,8
Kenaf	pianta intera	100	1,5 - 2,5	0,9 - 1,5	1,2 - 2,0	0,1 - 0,3	
Leguminose da granella e proteaginose							
Piselli proteici	granella	85	30 - 40	8 - 12	10 - 14	0,9 - 1,5	0,9 - 1,3
	paglia	85	16 - 24	5 - 10	13 - 19	1,8 - 2,6	18 - 26
Favino	granella	85	30 - 50	11 - 17	10 - 18	2 - 3	0,9 - 1,1
	paglia	85	20 - 40	3 - 4	15 - 25	2,8 - 3,8	8 - 14
Soia	granella	85	45 - 75	10 - 18	15 - 23	2,5 - 3,0	1,5 - 3,5
	paglia	85	25 - 45	10 - 15	20 - 40	5 - 8	8 - 12
Lupino dolce	granella	88	45 - 65	8 - 12	11 - 16	1,6 - 2,4	1,9 - 2,5
	paglia	85	25 - 45	3 - 5	15 - 25	3 - 5	8 - 14
Ortaggi da pieno campo							
Cavolo per crauti	cappucci	10	1,2 - 2,2	0,6 - 0,9	2,2 - 2,8	0,2 - 0,4	0,5 - 0,7
	residui	15	1,0 - 1,8	0,4 - 0,6	2,0 - 2,8	0,2 - 0,5	0,6 - 0,8
Cavolo di Bruxelles	rosette	15	5,5 - 7,5	1,6 - 2,2	4,5 - 5,0	0,6 - 1,0	0,6 - 1,0
	residui	15	7 - 11	3 - 5	12 - 16	1,0 - 1,6	1,1 - 1,8
Cicoria belga -indivia	radici	30	1,9 - 2,5	0,9 - 1,5	4,0 - 5,2	0,5 - 0,9	0,5 - 0,9
	foglie	10	1,6 - 2,0	0,3 - 0,4	3,0 - 4,2	0,5 - 0,8	2 - 3
Carote da conserva	radici	12	0,9 - 1,3	0,4 - 0,8	3,2 - 4,2	0,1 - 0,2	0,3 - 0,4
	foglie	10	1,9 - 2,8	0,5 - 0,8	4,8 - 5,6	0,2 - 0,4	2 - 4
Piselli (per la trasformazione industriale)	granella	18	8 - 14	2 - 4	3 - 5	0,3 - 0,7	0,2 - 0,4
	foglie	22	3 - 5	0,9 - 1,3	4 - 6	0,4 - 0,6	3 - 5
Fagioli (trasf. ind.)	baccelli	10	3,5 - 4,5	0,9 - 1,4	2,7 - 3,5	0,2 - 0,3	0,3 - 0,4
	foglie	10	5,5 - 7,5	0,8 - 1,2	3,7 - 4,5	0,1 - 0,2	4,0 - 5,5
Cipolle	bulbi	13	2,1 - 2,7	0,7 - 1,1	2,3 - 4,3	0,3 - 0,7	0,5 - 1,0
Spinaci	foglie	8	9 - 14	1,7 - 2,5	6,8 - 8,8	1,1 - 1,5	0,9 - 1,6
	residui	15	16 - 24	2 - 4	20 - 28	2 - 4	3 - 7

Continua.

Tabelle 59: Continuazione

Coltura	Prodotto	Tenore in SS (%)	Asportazioni (kg/q)				
			N ¹	P ₂ O ₅ ²	K ₂ O ³	Mg ⁴	Ca ⁵
Culture intercalari, sovesci							
Colture intercalari		100	24 - 32	8 - 11	25 - 45	2 - 3	10 - 15
Sovescio		100	20 - 36	8 - 12	24 - 48	1,5 - 2,5	10 - 15
Altre colture							
Tabacco Burley	foglie	100	25 - 35	6,5 - 8,0	40 - 60	2,3 - 3,3	30 - 43
	stelo	100	20 - 26	6,5 - 8,0	35 - 55	1,5 - 2,5	12 - 16
Tabacco Virginie	foglie	100	20 - 30	5 - 6	40 - 55	1,5 - 2,5	30 - 43
	stelo	100	8 - 12	7,5 - 9,5	40 - 60	3,0 - 5,0	14 - 22
Prati e pascoli							
Prati intensivi		100	22 - 27 ¹	7 - 9 ²	24 - 40 ³	2 - 3 ⁴	8 - 12 ⁵
Prati medio intensivi		100	16 - 23 ¹	6,5 - 8,5 ²	19 - 35 ³	1,8 - 2,8 ⁴	8 - 12 ⁵
Prati poco intensivi		100	12 - 20 ¹	6,5 - 8,0 ²	15 - 30 ³	1,6 - 2,6 ⁴	8 - 12 ⁵
Prati estensivi		100	10 - 15 ¹	5 - 7 ²	15 - 25 ³	1,5 - 2,5 ⁴	8 - 12 ⁵
Pascoli intensivi		100	24 - 30 ¹	7,5 - 9,5 ²	27 - 44 ³	2 - 3 ⁴	8 - 12 ⁵
Pascoli medio intensivi		100	18 - 26 ¹	7 - 9 ²	22 - 39 ³	1,8 - 2,8 ⁴	8 - 12 ⁵
Pascoli poco intensivi		100	13 - 22 ¹	6,0 - 8,5 ²	17 - 34 ³	1,6 - 2,6 ⁴	8 - 12 ⁵
Pascoli estensivi		100	10 - 20 ¹	5,5 - 7,5 ²	15 - 30 ³	1,5 - 2,5 ⁴	8 - 12 ⁵
Produzione di granella di graminacee e di leguminose							
Leguminose pure (produzione di sementi)		100	20 - 40	4 - 10	19 - 36	1,4 - 2,4	10 - 20
Graminacee pure (produzione di sementi)		100	12 - 26	4 - 11	17 - 36	1,5 - 3,1	4 - 6

1. Per prati e pascoli questi valori sono validi anche per manti erbosi con forte presenza di altre specie (specie a foglia larga); foraggi ricchi in graminacee asportano dal 10 al 20% in meno di azoto, mentre quelli ricchi in leguminose dal 10 al 20% in più.
2. Le asportazioni in fosfato per prati e pascoli con coperture ricche in graminacee o leguminose sono comparabili a quelle con una composizione equilibrata; per foraggi con percentuali elevate di altre specie, le asportazioni in fosfato sono del 10-20% superiori.
3. Il valore inferiore indica l'asportazione per prati e pascoli con un approvvigionamento sufficiente in potassio; il valore superiore corrisponde invece alla situazione più frequente di un'offerta eccessiva in potassio; i valori indicati valgono anche per coperture ricche in graminacee o leguminose; per coperture con forte presenza di altre specie i valori sono del 10 al 20% più elevati.
4. In prati e pascoli i valori delle asportazioni sono poco influenzati dalla percentuale di graminacee, leguminose e altre specie; in foraggi di prati a loglio italico si possono avere dei tenori in magnesio nella sostanza secca inferiori allo 0,15%, specialmente in primavera; le asportazioni dovute alle crescite estive sono in media del 20% superiori rispetto a quelle primaverili.
5. Per prati e pascoli questi valori hanno validità anche per coperture ricche di altre specie; coperture ricche in graminacee asportano il 20% di calcio in meno mentre quelle ricche in leguminose il 15% in più; le asportazioni estive medie sono per unità di resa del 20% maggiori rispetto a quelle primaverili.

Tabella 60. Tenori in elementi nutritivi dei prodotti animali e del latte.

Questi valori sono stati impiegati per elaborare i bilanci che hanno permesso di determinare gli elementi nutritivi nelle deiezioni.

Genere animale /prodotto	Tenori in elementi nutritivi(g/kg peso vivo; g/l)						
	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Mg	Ca
Vacca da latte	25	6,0	13,8	1,6	1,9	0,5	11,6
Vitello	24	5,85	13,4	1,8	2,2	0,35	11
Toro d'ingrasso	28	7,0	16,1	2,1	2,5	0,4	13
Pecora	22	6,0	13,8	1,2	1,4	0,3	11
Capra	26	6,0	13,8	1,9	2,3	0,4	11
Suinetto	24,6	5,3	12,2	1,8	2,2	0,35	7,8
Suino d'ingrasso; scrofa ¹	22,2	5,3	12,2	1,6	1,9	0,35	8,7
Aumento di peso (25-120 kg)	21,4	5,3	12,2	1,5	1,8	0,35	9,0
Pollame	26	5,2	11,9	2,4	2,9	0,3	10
Latte	5,5	0,96	2,2	1,38	1,66	0,12	1,25

¹ La scrofa madre non viene generalmente presa in considerazione nei bilanci.

18.3. Tavola di conversione

Tavola 61. Fattori di conversione delle differenti forme di elementi fertilizzanti.

Conosciuto		Fattore	Cercato	
Elemento chimico o molecola	Denominazione usuale		Elemento chimico o molecola	Denominazione usuale
N	Azoto	4,427	NO ₃	Nitrato
N	Azoto	1,214	NH ₃	Ammoniacca
N	Azoto	1,286	NH ₄ ⁺	Ammonio
N	Azoto	2,857	NH ₄ NO ₃	Nitrato ammonico
N	Azoto	4,716	(NH ₄) ₂ SO ₄	Solfato ammonico
N	Azoto	2,144	CO(NH ₂) ₂	Urea
NO ₃	Nitrato	0,226	N	Azoto
NH ₃	Ammoniacca	0,824	N	Azoto
NH ₄ ⁺	Ammonio	0,778	N	Azoto
NH ₄ NO ₃	Nitrato ammonico	0,350	N	Azoto
(NH ₄) ₂ SO ₄	Solfato ammonico	0,212	N	Azoto
CO(NH ₂) ₂	Urea	0,466	N	Azoto
P	Fosforo	2,291	P ₂ O ₅	Fosfato
P ₂ O ₅	Fosfato	0,436	P	Fosforo
K	Potassio	1,205	K ₂ O	Potassa
K ₂ O	Potassa	0,830	K	Potassio
Ca	Calcio	2,497	CaCO ₃	Calcare
Ca	Calcio	1,399	CaO	Calce viva
Ca	Calcio	1,850	Ca(OH) ₂	Calce spenta
Ca	Calcio	4,297	CaSO ₄ ·H ₂ O	Solfato di calcio (gesso)
CaO	Calce viva	0,715	Ca	Calcio
CaO	Calce viva	1,785	CaCO ₃	Calcare
CaO	Calce viva	1,321	Ca(OH) ₂	Calce spenta
Ca(OH) ₂	Calce spenta	0,540	Ca	Calcio
Ca(OH) ₂	Calce spenta	0,757	CaO	Calce viva
Ca(OH) ₂	Calce spenta	1,351	CaCO ₃	Calcare
CaCO ₃	Calcare	0,400	Ca	Calcio
CaCO ₃	Calcare	0,561	CaO	Calce viva
CaCO ₃	Calcare	0,740	Ca(OH) ₂	Calce spenta
CaSO ₄ ·H ₂ O	Solfato di calcio (gesso)	0,233	Ca	Calcio
Mg	Magnesio	1,658	MgO	Ossido di magnesio
Mg	Magnesio	4,951	MgSO ₄	Solfato di magnesio
Mg	Magnesio	3,472	MgCO ₃	Carbonato di magnesio
MgO	Ossido di magnesio	0,603	Mg	Magnesio
MgO	Ossido di magnesio	2,986	MgSO ₄	Solfato di magnesio
MgO	Ossido di magnesio	2,093	MgCO ₃	Carbonato di magnesio
MgSO ₄	Solfato di magnesio	0,202	Mg	Magnesio
MgSO ₄	Solfato di magnesio	0,335	MgO	Ossido di magnesio
MgSO ₄	Solfato di magnesio	0,701	MgCO ₃	Carbonato di magnesio
MgCO ₃	Carbonato di magnesio	0,288	Mg	Magnesio
MgCO ₃	Carbonato di magnesio	0,478	MgO	Ossido di magnesio
MgCO ₃	Carbonato di magnesio	1,427	MgSO ₄	Solfato di magnesio
S	Zolfo	2,995	SO ₄ ⁻	Solfato
S	Zolfo	2,498	SO ₃ ⁻	Sulfito
SO ₄ ⁻	Solfato	0,334	S	Zolfo
SO ₃ ⁻	Sulfito	0,401	S	Zolfo

Continua.

Tabella 61. Continuazione

Conosciuto		Fattore	Cercato	
Elemento chimico o molecola	Denominazione usuale		Elemento chimico o molecola	Denominazione usuale
B	Boro	5,627	H ₃ BO ₃	Acido borico
B	Boro	8,819	Na ₂ B ₄ O ₇ , 10H ₂ O	Borace
B	Boro	3,220	B ₂ O ₃	Anidride di boro
B ₂ O ₃	Anidride borica	0,311	B	Boro
B ₂ O ₃	Anidride borica	1,777	H ₃ BO ₃	Acido borico
B ₂ O ₃	Anidride borica	2,739	Na ₂ B ₄ O ₇ , 10H ₂ O	Borace
H ₃ BO ₃	Acido borico	0,178	B	Boro
H ₃ BO ₃	Acido borico	1,567	Na ₂ B ₄ O ₇ , 10H ₂ O	Borace
H ₃ BO ₃	Acido borico	0,572	B ₂ O ₃	Anidride di boro
Na ₂ B ₄ O ₇ , 10H ₂ O	Borace	0,113	B	Boro
Na ₂ B ₄ O ₇ , 10H ₂ O	Borace	0,638	H ₃ BO ₃	Acido borico
Na ₂ B ₄ O ₇ , 10H ₂ O	Borace	0,365	B ₂ O ₃	Anidride di boro
Mn	Manganese	4,061	MnSO ₄ , 4H ₂ O	Solfato di manganese
Mn	Manganese	3,603	MnCl ₂ , 4H ₂ O	Cloruro di manganese
MnSO ₄ , 4H ₂ O	Solfato di manganese	0,246	Mn	Manganese
MnCl ₂ , 4H ₂ O	Cloruro di manganese	0,278	Mn	Manganese
Cu	Rame	3,928	CuSO ₄ , 5H ₂ O	Solfato de rame
CuSO ₄ , 5H ₂ O	Solfato di rame	0,255	Cu	Rame
Fe	Ferro	4,979	FeSO ₄ , 7H ₂ O	Solfato di ferro
FeSO ₄ , 7H ₂ O	Solfato di ferro	0,201	Fe	Ferro
Zn	Zinco	4,398	ZnSO ₄ , 7H ₂ O	Solfato di zinco
ZnSO ₄ , 7H ₂ O	Solfato di zinco	0,227	Zn	Zinco
Mo	Molibdeno	1,840	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ , 4H ₂ O	Molibdato d'ammonio
Mo	Molibdeno	2,522	Na ₂ MoO ₄ , 2H ₂ O	Molibdato di sodio
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ , 4H ₂ O	Molibdato d'ammonio	0,543	Mo	Molibdeno
Na ₂ MoO ₄ , 2H ₂ O	Molibdato di sodio	0,397	Mo	Molibdeno

18.4. Abbreviazioni e termini impiegati. (Tabella 62)

Abbreviazione / termine	Spiegazione
Asportazione	Quantità di elementi nutritivi sottratti al suolo (o all'aria) dal prodotto principale e dal sottoprodotto che ne risulta (senza le perdite inevitabili durante il raccolto, stoppie, radici).
Norma (N)	Fabbisogno della coltura in fertilizzante azotato per ottenere una buona resa qualitativamente ineccepibile in condizioni pedoclimatiche medie.
Norma (P, K, Mg)	Fabbisogno delle colture in P, K e Mg per conseguire una buona resa media di qualità irreprensibile su suoli con fertilità ottimale.
CCM	Corn Cob Mix, insilato di pannocchie di mais (senza cartoccio) con mediamente il 50% dei tutoli che risultano al raccolto.
Residui colturali	Sottoprodotti risultanti dalla produzione vegetale (paglia, parte aerea delle piante di patate, foglie di bietola, ecc.).
Valori indicativi per i concimi aziendali	Valori calcolati principalmente a partire dai piani di foraggiamento (con parecchie razioni a seconda della specie animale). A volte vengono pure utilizzate analisi di concimi aziendali provenienti da diverse fattorie. Saltuariamente si possono riscontrare variazioni importanti dovute al foraggiamento ed al sistema di stabulazione.

Continua.

Tabella 62. Continuazione

Abbreviazione / termine	Spiegazione
Liquame completo, Liquame suino	Contiene tutto lo sterco e tutta l'urina prodotti e eventualmente una parte di lettiera (paglia triturrata, segatura, trucioli, ecc.).
Liquame povero di sterco	Liquame con scarso tenore di sterco. Contiene praticamente tutta l'urina ed una parte variabile di sterco (a seconda del sistema di stabulazione e della quantità di lettiera).
Letame fresco	Letame con una durata di stoccaggio inferiore a 1 mese.
Letame di mucchio	Letame stoccato per più di 3 mesi senza cure particolari, in mucchio, su una superficie dura e all'esterno della stalla. La struttura della paglia/lettiera è ancora chiaramente riconoscibile. Colore marrone scuro a verdognolo. Materiale di base: letame bovino fresco.
Letame di stabulazione libera	Letame proveniente dalle stalle a stabulazione libera con lettiera profonda. Contiene la totalità delle feci, dell'urina e della lettiera.
Letame di vitelli, suino, di cavallo, ovino / caprino.	Letame stoccato per più di 3 mesi senza cure particolari, in mucchio, su una superficie dura e all'esterno della stalla. La struttura della paglia/lettiera è ancora chiaramente riconoscibile. Contiene la totalità della lettiera, la totalità delle feci ed una proporzione variabile di urina.
Letame compostato	Letame stoccato per più di 3 mesi e rivoltato almeno una volta. La struttura della paglia/lettiera è debolmente riconoscibile. Colore bruno. Materiale di base: letame bovino fresco o da stabulazione libera, letame di altre specie animali.
Composto di letame	Letame stoccato per più di 6 mesi e rivoltato a più riprese. La struttura della paglia/lettiera non è più riconoscibile. Colore marrone scuro. Materiale di base: letame bovino fresco o da stabulazione libera, letame di altre specie animali.
Escrementi di gallina	Contengono tutte le deiezioni di pollame provenienti dai sistemi di stabulazione con nastro per escrementi.
Letame di pollame (gallina, pollo, tacchino)	Contiene la lettiera e la totalità delle deiezioni del pollame.
SS	Sostanza secca
SF	Sostanza fresca
MJ	Megajoule
EDS	Energia digeribile suini
N _{min}	Contenuto d'azoto minerale del suolo. Comprende il contenuto di nitrato e ammonio di campioni di terra raccolti di recente (suolo fresco).
N _{tot}	Azoto totale, indipendentemente dal tipo
N solubile	Forma d'azoto solubile nell'acqua (ammonio, urea, ecc.) delle deiezioni animali e dei concimi aziendali.
N _{disp}	Azoto disponibile. Corrisponde alla parte percentuale disponibile a corto e medio termine dell'azoto totale o del contenuto d'azoto nei residui colturali, nei concimi aziendali, nei concimi a base di rifiuti e nei sovesci, se gestiti in modo ottimale. Questo valore non è identico all'azoto valorizzabile dalle piante poiché una parte dell'azoto organico è pure disponibile per le piante al di fuori della fase di formazione della resa. Esso può generare un aumento desiderato (p.es. nei cereali) o indesiderato (p.es. nelle bietole da zucchero, negli ortaggi a foglie) del contenuto d'azoto nei prodotti raccolti (prodotto principale o sottoprodotto) oppure incrementare il dilavamento dei nitrati, soprattutto in campicoltura e nell'orticoltura di pieno campo).
Efficacia dell'N	Efficacia dell'azoto contenuto nei concimi aziendali o nei concimi a base di rifiuti sulle rese e/o sulla qualità delle piante. Le indicazioni sono espresse in percento rispetto all'efficacia di una medesima quantità d'azoto di un concime minerale comparativo (sovente nitrato ammonico). Nelle colture che non crescono durante l'intera stagione vegetativa (p.es. cereali, patate) o in caso d'impiego non ottimale dei concimi aziendali, l'efficacia dell'N è sovente inferiore a seguito dell'aumento delle perdite di azoto.
N-utilizzato	Parte di azoto distribuito che si trova nella parte aerea della pianta. Questa risulta dalla differenza tra le esportazioni di azoto da una superficie concimata e da una non concimata.
UBG	Unità bestiame grosso
PSI	Posto suino d'ingrasso
PSA	Posto suino d'allevamento
PO	Posto ovaiole
PI	Posto per polli d'ingrasso

Continua.

Tabella 62. Continuazione

Abbreviazione / termine	Spiegazione
N	Azoto
NO ₃ ⁻	Nitrato
NH ₄ ⁺	Ammonio
NH ₃	Ammoniaca
P	Fosforo
P ₂ O ₅	Fosfato
K	Potassio
K ₂ O	Potassa (ossido di potassio)
Ca	Calcio
CaO	Ossido di calcio, calce viva
Ca(OH) ₂	Idrossido di calcio, calce spenta
CaCO ₃	Carbonato di calcio, calcare
Mg	Magnesio
MgCO ₃	Carbonato di magnesio
S	Zolfo
SO ₄ ⁻	Solfato
SO ₃ ⁻	Sulfito
B	Boro
Mn	Manganese
Cl	Cloro
Cu	Rame
Fe	Ferro
Mo	Molibdeno
Zn	Zinco
CSC	Capacità di scambio cationico
SB	Tasso di saturazione in basi; corrisponde alla parte percentuale della somma degli ioni calcio, potassio, magnesio e sodio nella capacità di scambio cationico.

18.4 Leggi e ordinanze concernenti il commercio e l'impiego dei concimi.

Ordinanza del 26 gennaio 1994 sulla messa in commercio di concimi e di prodotti ad essi equiparati (Ordinanza sui concimi, Ocon).	RS 916.171
Ordinanza del DFE del 28 febbraio 2001 sulla messa in commercio di concimi e di prodotti ad essi equiparati (Ordinanza DFE sul libro dei concimi, OLCon)	RS 916.171.1
Ordinanza del 22 settembre 1997 sull'agricoltura biologica e la designazione dei prodotti e delle derrate alimentari ottenuti biologicamente (Ordinanza sull'agricoltura biologica). – Concimazione (Art. 12)	RS 910.18
Ordinanza del DFE del 22 settembre 1997 sull'agricoltura biologica – Concimi e prodotti ad essi equiparati (Art. 2) – Concimi e prodotti ad essi equiparati autorizzati (<i>allegato 2.</i>)	RS 910.181
Legge federale del 24 gennaio 1991 sulla protezione delle acque (LPAC). – Obbligo di diligenza (Art. 3) – Principio (Art. 6) – Casi particolari nel perimetro delle canalizzazioni pubbliche (Art. 12, c.p.v. 4) – Aziende con allevamento di bestiame da reddito (Art. 14) – Controllo degli impianti e delle installazioni (Art. 15) – Sfruttamento del suolo (Art. 27) – Consulenza in materia di concimazione (Art. 51) – Impianti di deposito per concime di fattoria (Art. 77) – Quantità massime di concime autorizzate (Art. 78)	RS 814.20
Legge federale del 7 ottobre 1983 sulla protezione dell'ambiente (Legge sulla protezione dell'ambiente, LPAmb) – Utilizzazione conforme alle esigenze ecologiche (Art. 28) – Obbligo d'informare (Art. 46)	RS 814.01
Ordinanza del 9 giugno 1986 sulle sostanze pericolose per l'ambiente (Ordinanza sulle sostanze, Osost) – Doveri generali di diligenza (Art. 9) – Apporto moderato nell'ambiente (Art. 10) – Promovimento e sorveglianza del comportamento ecologico (Art. 60) – <i>Allegato 4. 5</i> sui fertilizzanti e prodotti ad essi equiparati – Definizione (cifra 1) – Fornitura (cifra 2) – Impiego (cifra 3) – Disposizioni transitorie (cifra 4)	RS 814.013
Ordinanza generale del 28 ottobre 1998 sulla protezione delle acque (OPAc). – Aziende con allevamento di bestiame da reddito (Art. 22) – Unità di bestiame grosso-fertilizzante (UBGF) (Art. 23) – Raggio d'esercizio d'uso locale (Art. 24) – Deroghe alle esigenze sulla superficie utile (Art. 25) – Contratti di ritiro del concime (Art. 26) – Registro delle consegne di concime di fattoria (Art. 27) – Controllo degli impianti adibiti al deposito dei concimi di fattoria (art. 28)	RS 814.201
Legge federale del 4 ottobre 1991 sulle foreste (Legge forestale, LFo) – Divieto d'utilizzare delle sostanze pericolose per l'ambiente (art. 18)	RS 921.0
Ordinanza del 30 novembre 1992 sulle foreste (OFO) – Divieto dell'impiego dei fertilizzanti nella foresta (Art. 27)	RS 921.01
Ordinanza del 7 dicembre 1998 concernente i pagamenti diretti all'agricoltura (Ordinanza sui pagamenti diretti OPD). – Bilancio di concimazione equilibrato (Art. 6) – <i>Allegato</i> (Cap. 3, tit. 1): Prova che le esigenze ecologiche sono rispettate (regole tecniche) / Bilancio di concimazione equilibrato (cifra 2)	RS 910.13
Ordinanza del 29 marzo 2000 concernente i contributi d'estivazione (OCEst) – Determinazione del carico usuale (Art. 6)	RS 910.133



Revue suisse d'Agriculture

ABONNEMENT

(6 numéros par an)

Suisse **CHF 40.-**

Etranger **CHF 46.-**

COMMANDE: Station fédérale de Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1,
tél. ++41 (22) 363 41 51/52, fax ++41 (22) 363 41 55.
E-mail: colette.porchat@rac.admin.ch



Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture

ABONNEMENT

(6 numéros par an)

Suisse **CHF 40.-**

Etranger **CHF 46.-**

COMMANDE: Station fédérale de Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1,
tél. ++41 (22) 363 41 51/52, fax ++41 (22) 363 41 55.
E-mail: colette.porchat@rac.admin.ch



Le Guide Viti de Changins

CHF 15.-

+ Index phytosanitaire

COMMANDE: Station fédérale de Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1,
tél. ++41 (22) 363 41 51/52, fax ++41 (22) 363 41 55.
E-mail: colette.porchat@rac.admin.ch



Le Guide Arbo de Changins

CHF 15.-

+ Index phytosanitaire

COMMANDE: Station fédérale de Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1,
tél. ++41 (22) 363 41 51/52, fax ++41 (22) 363 41 55.
E-mail: colette.porchat@rac.admin.ch



Le nostre collezioni Avversità delle vite

Fr. 22.-

Aussi
en français!

Auch
auf deutsch!

ORDINE A: Station fédérale de Changins, Service Info, CH-1260 Nyon 1,
tél. ++41 (22) 363 41 51/52, fax ++41 (22) 363 41 55.
E-mail: colette.porchat@rac.admin.ch

PRIX EN EUROS (€) = PRIX CHF x 0,66

11x Aktuelle Forschungsergebnisse

*die Zeitschrift des
Bundesamtes für
Landwirtschaft*

*das Publikations-
organ der landwirt-
schaftlichen
Forschungsanstalten
Liebefeld, Posieux,
Reckenholz, Tänikon
und Wädenswil*

*des Departementes
Agrar- und
Lebensmittelwissen-
schaften der ETH
Zürich*

*der Schweizerischen
Hochschule für
Landwirtschaft
Zollikofen*

AGRAR Forschung

*11x im Jahr aktuelle Forschungsergebnisse
über Pflanzenbau, Nutztiere, Agrarwirtschaft,
Landtechnik, Lebensmittel und Umwelt*

*die neuesten Sortenlisten aus dem Getreide-,
Mais-, Futter- und Kartoffelbau*

*Wir verbinden die landwirtschaftliche
Forschung mit der Praxis*

Bestellkarte

Einsenden an:

AGRARForschung
Eidg. Forschungsanstalt
für Nutztiere (RAP)
CH-1725 Posieux
Fax: 026 407 73 00

*Ja, ich interessiere mich für die Themen und Berichte der AGRARForschung und abon-
niere ab sofort die Zeitschrift zum Preis von Fr. 59.- (+2,4% Mwst) pro Jahr (Ausland
zuzüglich SFr. 6.- Versandkosten)*

Name/Firma

Vorname

Strasse/Nr.

PLZ/Ort

Beruf

Datum

Unterschrift