



9/ Concimazione delle superfici prative

Olivier Huguenin-Elie¹, Eric Mosimann², Patrick Schlegel³,
Andreas Lüscher¹, Willy Kessler¹ e Bernard Jeangros²

¹ Agroscope, 8046 Zurigo, Svizzera

² Agroscope, 1260 Nyon, Svizzera

³ Agroscope, 1725 Posieux, Svizzera

Contatto: olivier.huguenin@agroscope.admin.ch

Indice

| | |
|--|------|
| 1. Introduzione..... | 9/3 |
| 2. Principi di base | 9/3 |
| 3. Resa di prati e pascoli | 9/3 |
| 4. Tenori in macroelementi delle superfici prative | 9/4 |
| 5. Prelievi in elementi nutritivi..... | 9/5 |
| 6. Concimazione raccomandata..... | 9/8 |
| 6.1 Concimazione azotata..... | 9/8 |
| 6.2 Concimazione fosfatica..... | 9/13 |
| 6.3 Concimazione potassica..... | 9/13 |
| 6.4 Concimazione magnesiana..... | 9/14 |
| 6.5 Concimazione sulfurea..... | 9/14 |
| 7. Diagnosi basata sul tenore in elementi nutritivi del foraggio | 9/14 |
| 8. Concimi aziendali..... | 9/15 |
| 9. Restituzioni durante il pascolo..... | 9/15 |
| 10. Ammendamento calcareo del suolo..... | 9/16 |
| 11. Bibliografia..... | 9/17 |
| 12. Indice delle tabelle..... | 9/20 |
| 13. Indice delle figure..... | 9/20 |
| 14. Allegato | 9/21 |

In copertina: regione a vocazione foraggera (fotografia: Gabriela Brändle, Agroscope).

1. Introduzione

Prati e pascoli sono associazioni vegetali formate da numerose specie erbacee di valore agronomico ed ecologico differente. La concimazione delle superfici prative si differenzia da quella delle altre colture, perché va integrata in una strategia volta a conservare, sul lungo periodo, la composizione botanica desiderata. Lo scopo della concimazione è di contribuire a mantenere una cotica erbosa adatta alle condizioni pedoclimatiche locali e in grado di soddisfare gli obiettivi dell'agricoltore, producendo foraggio in quantità e di qualità appropriate. La concimazione influenza la qualità del foraggio prativo agendo, soprattutto, sulla composizione botanica della cotica erbosa. Inoltre, diversamente da quanto capita per la maggior parte delle altre colture, la qualità del raccolto è legata alle foglie e ai fusti delle piante. In questo modulo, il termine «superfici prative» si riferisce al sistema suolo-pianta di un prato o di un pascolo, mentre il foraggio prodotto su queste superfici è denominato semplicemente «foraggio».

2. Principi di base

- La concimazione di prati e pascoli non considera solo i prelievi in elementi nutritivi delle singole piante e lo stato nutrizionale del suolo, bensì anche le esigenze complessive della composizione botanica che si vuole favorire. Un prato permanente costituito dal 50–70 % di graminacee, 10–30 % di leguminose e 10–30 % di «altre erbe» permette di ottenere, nella maggior parte dei casi, un foraggio abbondante e di buona qualità. Le singole specie vegetali che formano la cotica erbosa hanno esigenze nutritive differenti.
- Per favorire e preservare una buona composizione botanica, evitando la proliferazione di specie indesiderate, è essenziale adeguare il livello di concimazione all'intensità di sfruttamento (figura 1), tenendo sempre in debito conto le condizioni pedoclimatiche locali. Se l'ambiente locale non è favorevole allo sviluppo delle buone piante foraggere (clima rude, esposizione sfavorevole, suolo pesante e/o superficiale, parcella poco soleggiata, ecc.), si sconsiglia la gestione intensiva delle superfici prative. Se, invece, le condizioni ambientali sono buone, l'agricoltore può scegliere tra quattro livelli d'intensità di gestione. I suoli ricchi in elementi nutritivi non permettono, tuttavia, lo sviluppo di prati e pascoli «estensivi» e ricchi di specie.

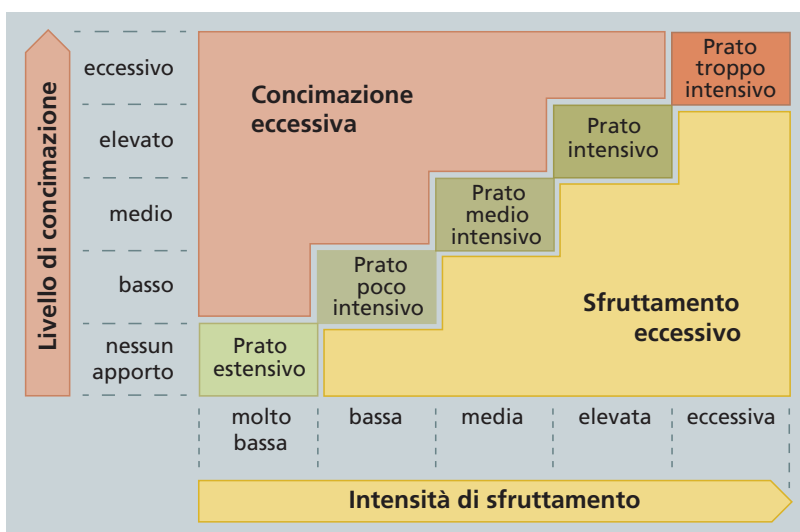


Figura 1. Intensità di gestione delle superfici prative in funzione dell'intensità di sfruttamento e del livello di concimazione (in particolare della concimazione azotata).

- Nelle aziende a vocazione foraggera, i concimi aziendali costituiscono la fonte principale di elementi nutritivi per prati e pascoli. In questi casi, gestire razionalmente la concimazione delle superfici prative significa ottimizzare la valorizzazione dei concimi aziendali a livello aziendale. Solitamente, la distribuzione dei concimi aziendali copre la maggior parte, quando non addirittura la totalità, del fabbisogno in elementi nutritivi di prati e pascoli, perché in essi si ritrova gran parte degli elementi nutritivi presenti nei foraggi prativi.
- Il più delle volte, le rese in sostanza secca (SS) delle superfici prative non si misurano e, dunque, non si conoscono esattamente. Di conseguenza, le rese stimate, che poi servono per calcolare il piano di concimazione delle superfici in questione, vanno verificate confrontandole con il foraggio prativo presumibilmente consumato dal bestiame, senza dimenticare di considerare vendite, acquisti e variazioni delle scorte di foraggio.
- Gli errori commessi nella gestione (concimazione e sfruttamento) di prati e pascoli non si manifestano subito, ma solo dopo alcune stagioni. Arrivati a quel punto, recuperare una superficie degradata è sempre difficoltoso e richiede parecchi anni.

3. Resa di prati e pascoli

Le rese delle superfici prative sono influenzate dalla composizione botanica dell'associazione vegetale (p.es. Nyfeler *et al.* 2009; Husse *et al.* 2016) e dalle condizioni pedoclimatiche locali (Mosimann 2005). Di solito, le rese diminuiscono man mano che aumenta l'altitudine (periodo vegetativo più corto). Nel caso delle superfici prative concimate, questo calo si situa tra 3 e 6 quintali (q) di SS per ogni aumento di quota di 100 m, in funzione del tipo e dell'intensità di gestione, nonché delle condizioni pedoclimatiche locali (Dietl 1986). Le equazioni riportate nella tabella 1a si utilizzano per calcolare le rese medie di riferimento per le rispettive altitudini. La tabella 1b illustra, a titolo d'esempio, le rese medie di riferimento per alcune fasce altimetriche. I dati disponibili mostrano che, nella realtà svizzera, al di sotto di 500 m s.l.m., la resa non varia significativamente con l'altitudine. Di conseguenza, le rese stimate per queste zone corrispondono a quella calcolata per una quota di 500 m s.l.m. Siccome le superfici prative si distribuiscono su aree agricole estremamente eterogenee dal punto di vista pedoclimatico, la loro resa potenziale

varia notevolmente nonostante si trovino all'interno della stessa fascia altitudinale. Per questa ragione, la tabella 1b riporta un ampio intervallo di resa per ogni altitudine ($\pm 15\%$). La sua ampiezza corrisponde all'intervallo di previsione del 75% per le regressioni calcolate con le serie di dati disponibili. Quando le condizioni sono particolarmente propizie per la crescita delle superfici prative, si possono ottenere rese superiori alle medie di riferimento, soprattutto nel caso di alcuni tipi di prato temporaneo (estremi superiori degli intervalli). Viceversa, con soleggiamento insufficiente (esposizione a nord, vicinanza del bosco) o con piante che soffrono periodicamente di ristagno o carenza idrica (suolo superficiale e leggero oppure pesante e asfittico, precipitazioni scarse oppure eccessive) (Mosimann *et al.* 2013; Hoekstra *et al.* 2014), le rese diminuiscono (estremi inferiori degli intervalli). Nel Giura, per esempio, dove il clima è più rigido rispetto a quanto si riscontra nelle Prealpi e nelle Alpi, a parità di quota (p.es. Lauber *et al.* 2012), le rese corrispondono piuttosto agli estremi inferiori degli intervalli riportati nella tabella 1b.

È altresì importante non sopravvalutare la resa di prati e pascoli sovrastimandone l'intensità di sfruttamento. Questo discorso vale soprattutto in montagna, dove le condizioni pedoclimatiche che permettono di gestire una superficie prativa intensivamente sono più rare che a basse quote. Anche la variazione di resa tra le diverse annate è importante, come dimostrano il coefficiente di variazione di resa di un prato giurassiano, falciato e concimato, che ammonta al 17% sulla media trentennale, e quello di un prato situato nelle Alpi centrali e monitorato per 24 anni, che raggiunge il 18% (Mosimann *et al.* 2012).

La disponibilità idrica influenza notevolmente la resa. Il calo di resa causato dalla siccità varia tra 5 e 15 q SS/ha per 100 mm di deficit pluviometrico (Lazzarotto *et al.* 2010; Meisser *et al.* 2013; Mosimann *et al.* 2013). Se la siccità è più grave a basse quote che in montagna, la relazione tra resa e altitudine si può azzerare o, addirittura, invertire, come osservato regolarmente su parcelle sperimentali monitorate da Agroscope nella regione di Changins. La resa dei prati temporanei durante il primo anno principale di sfruttamento supera di circa il 10% quella degli anni successivi (Lehmann *et al.* 2001). Le rese riportate nelle tabelle 1a e 1b non sono, dunque, che valori di riferimento corrispondenti a rese riscontrabili in condizioni ambientali medie nelle fasce altimetriche considerate. Diventa, quindi, essenziale correggere la resa di prati e pascoli a livello aziendale, basandosi sul bilancio foraggero pluriennale (valutazione del foraggio prativo consumato dal bestiame, dei suoi acquisti, delle sue vendite e delle variazioni delle sue scorte).

A parità d'altitudine e d'intensità gestionale, le rese dei pascoli riportate nelle tabelle 1a e 1b sono inferiori a quelle dei prati da sfalcio, perché il pascolo è solitamente caratterizzato da maggiori perdite di foraggio in campo. La gestione ottimale del pascolo riduce questa differenza. La quantità di foraggio consumata dal bestiame al pascolo si può stimare come segue:

Tabella 1a. Relazione tra altitudine (m) e potenziale di resa media annua (q SS/ha) delle superfici prative in funzione del tipo e dell'intensità di sfruttamento.

La resa media annua è caratterizzata da un grado d'incertezza elevato. Al di sotto di 500 m, per stimare la resa si utilizza il valore calcolato per l'altitudine di 500 m.

| Tipo e intensità di sfruttamento | Resa media annua (q SS/ha) ¹ |
|----------------------------------|---|
| Prato | |
| Intensivo | 159 – 0,058 x altitudine |
| Mediamente intensivo | 121 – 0,046 x altitudine |
| Poco intensivo | 80 – 0,032 x altitudine |
| Estensivo | 38 – 0,015 x altitudine |
| Pascolo | |
| Intensivo | 133 – 0,046 x altitudine |
| Mediamente intensivo | 101 – 0,038 x altitudine |
| Poco intensivo | 65 – 0,026 x altitudine |
| Estensivo | 30 – 0,012 x altitudine |

¹ Le rese corrispondono alla quantità di foraggio raccolto o consumato dal bestiame al pascolo; le perdite di foraggio in campo sono dedotte, quelle di conservazione (insilato, fieno ventilato, fieno imballato) invece no.

| | | | | | | |
|--------------------|---|-------------------|---|----------------|---|---------------------|
| Quantità consumata | = | Carico istantaneo | x | Durata pascolo | x | Consumo giornaliero |
| | | 100 | | | | |

dove:

- **Quantità consumata** è la quantità di foraggio consumata dal bestiame al pascolo [q SS/ha].
- **Carico istantaneo** è il numero di animali che pascolano contemporaneamente su un ettaro di superficie [n. di animali/ha].
- **Durata pascolo** è il numero totale di giorni, nel corso di un anno, in cui il bestiame è presente sul pascolo [gg].
- **Consumo giornaliero** è la quantità media di foraggio consumata giornalmente da una categoria di bestiame al pascolo [kg SS/animale e g]. Questo valore varia in funzione della categoria di animale da reddito, della quantità di foraggio disponibile sul pascolo, dell'importanza dell'integrazione con foraggio grossolano e/o concentrato e del livello produttivo degli animali. Le equazioni che consentono di stimare la capacità d'ingestione totale di bovini, ovini e caprini in funzione del loro livello produttivo sono descritte nella pubblicazione «Apports alimentaires recommandés pour les ruminants» (Libro verde, Agroscope 2017a). La tabella 2 del modulo 4 riporta le quantità di riferimento del foraggio consumato annualmente dalle diverse categorie di bestiame.

4. Tenori in macroelementi delle superfici prative

I tenori in macroelementi (azoto [N], fosforo [P], potassio [K], magnesio [Mg] e zolfo [S]) dei foraggi prativi dipen-

Tabella 1b. Esempi di stima della resa media annua raccolta sulle superfici prative in funzione del tipo e dell'intensità di sfruttamento, nonché dell'altitudine; stime eseguite utilizzando le equazioni illustrate nella tabella 1a.

| Tipo e intensità di sfruttamento Numero di sfruttamenti annuali ¹ | Altitudine (m) | Resa media annua raccolta (q SS/ha) | |
|--|----------------|-------------------------------------|-------------------------|
| | | Media di riferimento | Intervallo ² |
| Prato intensivo | | | |
| 5–6 sfruttamenti | ≤ 500 | 130 | 111–150 |
| 5 sfruttamenti | 700 | 119 | 101–137 |
| 4 sfruttamenti | 900 | 107 | 91–123 |
| 3–4 sfruttamenti ³ | 1'100 | 96 | 81–110 |
| 3 sfruttamenti ³ | 1'300 | 84 | 71–97 |
| Prato mediamente intensivo | | | |
| 4–5 sfruttamenti | ≤ 500 | 98 | 83–112 |
| 4 sfruttamenti | 700 | 88 | 75–102 |
| 3 sfruttamenti | 900 | 79 | 67–91 |
| 2–3 sfruttamenti | 1'100 | 70 | 59–80 |
| 2 sfruttamenti | 1'300 | 61 | 52–70 |
| Prato poco intensivo | | | |
| 3 sfruttamenti | ≤ 500 | 64 | 54–74 |
| 3 sfruttamenti | 700 | 58 | 49–66 |
| 2 sfruttamenti | 900 | 51 | 44–59 |
| 1–2 sfruttamenti | 1'100 | 45 | 38–52 |
| 1–2 sfruttamenti | 1'300 | 38 | 33–44 |
| Pascolo intensivo (> 3 UBG/ha e stagione di pascolo)⁴ | | | |
| 6–8 rotazioni | ≤ 500 | 110 | 94–127 |
| 6–7 rotazioni | 700 | 101 | 86–116 |
| 5–6 rotazioni | 900 | 92 | 78–105 |
| 5 rotazioni ³ | 1'100 | 82 | 70–95 |
| 4 rotazioni ³ | 1'300 | 73 | 62–84 |
| Pascolo mediamente intensivo (2–3 UBG/ha e stagione di pascolo)⁴ | | | |
| 5–6 rotazioni | ≤ 500 | 82 | 70–95 |
| 5 rotazioni | 700 | 75 | 63–86 |
| 4–5 rotazioni | 900 | 67 | 57–77 |
| 4 rotazioni | 1'100 | 59 | 50–68 |
| 3 rotazioni | 1'300 | 52 | 44–60 |
| Pascolo poco intensivo (1–2 UBG/ha e stagione di pascolo)⁴ | | | |
| 2–4 rotazioni | ≤ 500 | 52 | 44–60 |
| 2–4 rotazioni | 700 | 47 | 40–54 |
| 2–3 rotazioni | 900 | 42 | 35–48 |
| 1–3 rotazioni | 1'100 | 36 | 31–42 |
| 1–2 rotazioni | 1'300 | 31 | 27–36 |

¹ L'ultimo pascolo autunnale conta come sfruttamento soltanto se la resa effettivamente consumata supera i 10 q SS/ha.

² Gli intervalli indicano la grande variabilità di resa esistente per una data altitudine. Essa è da ascrivere sia alla variabilità tra i luoghi sia a quella tra gli anni ($\pm 15\%$).

³ In altitudine, le situazioni che permettono di gestire intensivamente una superficie prativa sono meno frequenti rispetto alle quote più basse; in questi casi la gestione mediamente intensiva è sovente la soluzione più appropriata.

⁴ Il carico medio (numero di UBG/ettaro e stagione di pascolo) consente di valutare l'intensità di sfruttamento media a cui sono sottoposte le superfici pascolate, nella misura in cui l'apporto di foraggio grezzo complementare sia nullo o estremamente limitato.

dono dalla composizione botanica della cotica erbosa, dallo stadio di sviluppo delle piante foraggere e dalla ricrescita considerata. I tenori in macroelementi di un foraggio giovane sono più elevati di quelli dello stesso foraggio raccolto tardivamente (Daccord *et al.* 2001; Wyss e Kessler 2002; Schlegel *et al.* 2016). I valori di riferimento relativi a questi fattori si trovano nella pubblicazione «Base suisse de données des aliments pour animaux» (Agroscope 2017b). Diversi documenti pubblicati dall'APF e da Agridea facilitano il riconoscimento dei principali tipi di prato e pascolo, nonché degli stadi di sviluppo delle piante foraggere. La tabella 2 elenca i tenori di riferimento per N, P, K, Mg e S, considerando l'intero periodo vegetativo. I tenori medi riportati nella tabella 2 sono stati ponderati in funzione del peso percentuale della resa della prima ricrescita primaverile, perché i tenori in P, K, Mg e S del primo raccolto sono più bassi rispetto a quelli delle ricrescite successive (Schlegel *et al.* 2016). Questi tenori sono validi per superfici prative aventi composizione botanica equilibrata (50–70 % di graminacee, Agroscope 2017a). Rispetto a tali valori, le superfici prative ricche in graminacee contengono il 5–10 % di N in meno, quelle ricche in leguminose il 10–25 % in più e quelle ricche in «altre erbe» il 10 % in più. Per ciò che concerne il P, un foraggio ricco in graminacee ne contiene il 5–10 % in meno, mentre i tenori in P di foraggi ricchi in leguminose o in «altre erbe» sono simili a quelli delle superfici aventi composizione botanica equilibrata. I tenori in K dei foraggi equilibrati si applicano anche alle superfici prative ricche in graminacee o in «altre erbe». Un foraggio ricco in graminacee contiene il 5–10 % di Mg in meno, mentre un foraggio ricco in «altre erbe» il 20–30 % in più.

5. Prelievi di elementi nutritivi

I prelievi di elementi nutritivi sono dovuti alla raccolta del foraggio o al suo consumo diretto durante il pascolo e si calcolano moltiplicando la resa in SS per i tenori in elementi nutritivi della biomassa interessata, indipendentemente dal settore dell'ecosistema dal quale provengono gli elementi nutritivi considerati. Nel caso dell'N, i prelievi comprendono l'N presente nel suolo e quello di provenienza atmosferica, reso disponibile per le piante dalla fissazione simbiotica. I prelievi an-

Tabella 2. Tenori in macroelementi delle superfici prative con composizione botanica equilibrata in funzione del tipo e dell'intensità di sfruttamento.

Secondo Agroscope 2017b e considerando che l'epoca di sfruttamento è posticipata quando l'intensità di sfruttamento diminuisce.

| Tipo e intensità di sfruttamento | Tenori in macroelementi (kg/q di SS) | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| | N | | P ¹ | | K ¹ | | Mg | | S | |
| | Ø ² | Intervallo ³ | Ø ² | Intervallo ³ | Ø ² | Intervallo ³ | Ø ² | Intervallo ³ | Ø ² | Intervallo ³ |
| Prato | | | | | | | | | | |
| Intensivo | 2,5 | 2,1–2,9 | 0,36 | 0,31–0,42 | 3,0 | 2,5–3,4 | 0,19 | 0,16–0,23 | 0,19 | 0,15–0,23 |
| Mediamente intensivo | 2,2 | 1,8–2,6 | 0,33 | 0,28–0,39 | 2,7 | 2,3–3,1 | 0,17 | 0,14–0,21 | 0,17 | 0,13–0,21 |
| Poco intensivo | 1,8 | 1,4–2,2 | 0,28 | 0,23–0,34 | 2,1 | 1,7–2,6 | 0,15 | 0,12–0,19 | 0,13 | 0,09–0,17 |
| Estensivo | 1,4 | 1,0–1,8 | 0,23 | 0,18–0,28 | 1,4 | 1,0–1,8 | 0,14 | 0,10–0,17 | 0,11 | 0,07–0,15 |
| Pascolo | | | | | | | | | | |
| Intensivo | 2,9 | 2,5–3,3 | 0,39 | 0,34–0,45 | 3,1 | 2,7–3,6 | 0,21 | 0,18–0,25 | 0,22 | 0,18–0,26 |
| Mediamente intensivo | 2,5 | 2,1–2,9 | 0,36 | 0,31–0,42 | 2,9 | 2,5–3,4 | 0,19 | 0,15–0,23 | 0,19 | 0,15–0,23 |
| Poco intensivo | 2,0 | 1,6–2,4 | 0,31 | 0,26–0,37 | 2,5 | 2,1–2,9 | 0,16 | 0,13–0,20 | 0,15 | 0,11–0,19 |
| Estensivo | 1,6 | 1,2–2,0 | 0,27 | 0,22–0,33 | 2,0 | 1,6–2,4 | 0,15 | 0,11–0,18 | 0,13 | 0,09–0,17 |

¹ I tenori espressi in P₂O₅ e K₂O sono riportati nell'allegato che si trova alla fine di questo modulo.² Valori medi tra la prima ricrescita primaverile e le ricrescite successive, ponderate secondo il peso percentuale della resa della prima ricrescita primaverile.³ Intervalli che descrivono la dispersione dei valori misurati più frequentemente.**Tabella 3a. Prelievi annui e concimazione raccomandata in kg di N, P, K e Mg per unità di SS prodotta sulle superfici prative in funzione del tipo e dell'intensità di sfruttamento.**

La concimazione raccomandata in questa tabella vale sia per i prati permanenti sia per quelli temporanei che fanno parte della superficie agricola utile.

| Tipo e intensità di sfruttamento | Prelievi annui (kg/q SS) | | | | Concimazione raccomandata (kg/q SS) | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|------|
| | N | P (P ₂ O ₅) | K (K ₂ O) | Mg | N ¹ | P (P ₂ O ₅) | K (K ₂ O) | Mg |
| Prato² | | | | | | | | |
| Intensivo ³ | 2,5 | 0,36 (0,82) | 3,0 (3,6) | 0,19 | 1,1–1,3 | 0,36 (0,82) | 2,2 (2,7) | 0,25 |
| Mediamente intensivo ³ | 2,2 | 0,33 (0,76) | 2,7 (3,3) | 0,17 | 0,8–1,1 | 0,31 (0,71) | 1,9 (2,3) | 0,20 |
| Poco intensivo | 1,8 | 0,28 (0,64) | 2,1 (2,5) | 0,15 | 0,4–0,6 | 0,25 (0,57) | 1,4 (1,7) | 0,15 |
| Estensivo | 1,4 | 0,23 (0,53) | 1,4 (1,7) | 0,14 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pascolo⁴ | | | | | | | | |
| Intensivo ^{5,6} | 2,9 | 0,39 (0,89) | 3,1 (3,7) | 0,21 | 1,1–1,3 | 0,24 \ 0,16 (0,55 \ 0,37) | 0,93 \ 0,25 (1,12 \ 0,30) | 0,20 |
| Mediamente intensivo ⁵ | 2,5 | 0,36 (0,82) | 2,9 (3,5) | 0,19 | 0,7–1,0 | 0,22 \ 0,14 (0,50 \ 0,32) | 0,87 \ 0,20 (1,05 \ 0,24) | 0,15 |
| Poco intensivo | 2,0 | 0,31 (0,71) | 2,5 (3,0) | 0,16 | 0 | 0,17 (0,39) | 0,37 (0,45) | 0 |
| Estensivo | 1,6 | 0,27 (0,62) | 2,0 (2,4) | 0,15 | 0 | 0 | 0 | 0 |

¹ La concimazione N di prati e pascoli si ripartisce su ogni sfruttamento, conformemente a quanto riportato nella tabella 7; la concimazione N delle miscele a base di graminacee ed erba medica (L), di graminacee e trifoglio violetto (M) e di graminacee e lupinella (E) non va eseguita secondo le indicazioni di questa tabella, perché queste miscele necessitano di molto meno N, come illustrato nel capitolo 6.1 «Concimazione azotata».² Nel caso si pratichi lo sfalcio-pascolo, si applica la concimazione raccomandata per i prati, per poi dedurre, per ogni pascolo, le restituzioni riportate nella tabella 5.³ La concimazione di miscele a base di graminacee ed erba medica (L) e di graminacee e trifoglio violetto (M) con P, K e Mg si esegue applicando le norme relative ai prati gestiti in modo intensivo, anche se la frequenza degli sfruttamenti corrisponde generalmente a uno sfruttamento medio intensivo.⁴ La concimazione raccomandata per i pascoli include già le deduzioni relative alle restituzioni occasionate durante il pascolo.⁵ Le concimazioni raccomandate P e K per pascoli sfruttati in modo intensivo e mediamente intensivo contengono due valori; il primo si riferisce al pascolo con stabulazione, il secondo al pascolo senza stabulazione. Per il Mg questa distinzione non si applica.⁶ Queste concimazioni raccomandate sono valide anche per il pascolo continuo a cotico basso (senza rotazione nei parchi).

Tabella 3b. Esempi di concimazione raccomandata in kg di N, P, K e Mg per ettaro e anno, calcolata secondo le raccomandazioni della tabella 3a per le rese medie indicative riportate nella tabella 1b, in funzione del tipo e dell'intensità di sfruttamento.

| Tipo e intensità di sfruttamento Numero di sfruttamenti annui ¹ | Altitudine (m) | Resa annua ² (q SS/ha) | Concimazione raccomandata (kg/ha/anno) | | | | | |
|--|----------------|-----------------------------------|--|---------|-------------------------------|----------|------------------|----|
| | | | N | P | P ₂ O ₅ | K | K ₂ O | Mg |
| Prato intensivo³ | | | | | | | | |
| 5-6 sfruttamenti | ≤ 500 | 130 | 143-170 | 47 | 107 | 287 | 345 | 33 |
| 5 sfruttamenti | 700 | 119 | 131-154 | 43 | 98 | 261 | 315 | 30 |
| 4 sfruttamenti | 900 | 107 | 118-139 | 39 | 88 | 236 | 284 | 27 |
| 3-4 sfruttamenti | 1'100 | 96 | 105-124 | 34 | 79 | 210 | 254 | 24 |
| 3 sfruttamenti | 1'300 | 84 | 92-109 | 30 | 69 | 185 | 223 | 21 |
| Prato mediamente intensivo³ | | | | | | | | |
| 4-5 sfruttamenti | ≤ 500 | 98 | 78-107 | 30 | 70 | 185 | 224 | 20 |
| 4 sfruttamenti | 700 | 88 | 71-97 | 27 | 62 | 168 | 201 | 18 |
| 3 sfruttamenti | 900 | 79 | 63-87 | 25 | 56 | 150 | 181 | 16 |
| 2-3 sfruttamenti | 1'100 | 70 | 56-77 | 22 | 50 | 133 | 160 | 14 |
| 2 sfruttamenti | 1'300 | 61 | 49-67 | 19 | 43 | 115 | 140 | 12 |
| Prato poco intensivo³ | | | | | | | | |
| 3 sfruttamenti | ≤ 500 | 64 | 26-38 | 16 | 37 | 90 | 108 | 10 |
| 3 sfruttamenti | 700 | 58 | 23-35 | 14 | 33 | 81 | 98 | 9 |
| 2 sfruttamenti | 900 | 51 | 20-31 | 13 | 29 | 72 | 86 | 8 |
| 1-2 sfruttamenti | 1'100 | 45 | 18-27 | 11 | 26 | 63 | 76 | 7 |
| 1-2 sfruttamenti | 1'300 | 38 | 15-23 | 10 | 22 | 54 | 64 | 6 |
| Pascolo intensivo⁴ (> 3 UBG/ha e stagione di pascolo)⁵ | | | | | | | | |
| 6-8 rotazioni | ≤ 500 | 110 | 121-143 | 26 \ 18 | 60 \ 40 | 102 \ 28 | 123 \ 33 | 22 |
| 6-7 rotazioni | 700 | 101 | 111-131 | 24 \ 16 | 56 \ 37 | 94 \ 25 | 113 \ 30 | 20 |
| 5-6 rotazioni | 900 | 92 | 101-119 | 22 \ 15 | 51 \ 34 | 85 \ 23 | 103 \ 28 | 18 |
| 5 rotazioni | 1'100 | 82 | 91-107 | 20 \ 13 | 45 \ 30 | 77 \ 21 | 92 \ 25 | 16 |
| 4 rotazioni | 1'300 | 73 | 81-95 | 18 \ 12 | 40 \ 27 | 68 \ 18 | 82 \ 22 | 15 |
| Pascolo mediamente intensivo⁴ (2-3 UBG/ha e stagione di pascolo)⁵ | | | | | | | | |
| 5-6 rotazioni | ≤ 500 | 82 | 58-82 | 18 \ 12 | 41 \ 26 | 71 \ 16 | 86 \ 20 | 12 |
| 5 rotazioni | 700 | 75 | 52-75 | 16 \ 10 | 38 \ 24 | 65 \ 15 | 79 \ 18 | 11 |
| 4-5 rotazioni | 900 | 67 | 47-67 | 15 \ 9 | 34 \ 21 | 58 \ 13 | 70 \ 16 | 10 |
| 4 rotazioni | 1'100 | 59 | 42-59 | 13 \ 8 | 30 \ 19 | 51 \ 12 | 62 \ 14 | 9 |
| 3 rotazioni | 1'300 | 52 | 36-52 | 11 \ 7 | 26 \ 17 | 45 \ 10 | 55 \ 13 | 8 |
| Pascolo poco intensivo (1-2 UBG/ha e stagione di pascolo)⁵ | | | | | | | | |
| 2-4 rotazioni | ≤ 500 | 52 | 0 | 9 | 21 | 19 | 23 | 0 |
| 2-4 rotazioni | 700 | 47 | 0 | 8 | 18 | 17 | 20 | 0 |
| 2-3 rotazioni | 900 | 42 | 0 | 7 | 16 | 15 | 18 | 0 |
| 1-3 rotazioni | 1'100 | 36 | 0 | 6 | 14 | 13 | 16 | 0 |
| 1-2 rotazioni | 1'300 | 31 | 0 | 5 | 11 | 12 | 14 | 0 |

¹ L'ultimo pascolo autunnale conta come sfruttamento soltanto se la resa effettivamente consumata supera i 10 q SS/ha.

² Le rese considerate in questa tabella corrispondono alle rese di riferimento secondo l'altitudine riportate nella tabella 1b. La resa prevista per le superfici prative va calcolata in funzione delle tabelle 1a e 1b, nonché seguendo le indicazioni riportate nel testo, per adattare la concimazione alle condizioni pedoclimatiche specifiche della parcella in questione.

³ Nel caso si pratichi lo sfalcio-pascolo, si applica la concimazione raccomandata per i prati, per poi dedurre, per ogni pascolo, le restituzioni riportate nella tabella 5.

⁴ Le concimazioni raccomandate P e K per pascoli sfruttati in modo intensivo e mediamente intensivo contengono due valori; il primo si riferisce al pascolo con stabulazione, il secondo al pascolo senza stabulazione. Per il Mg questa distinzione non si applica.

⁵ Il carico medio (numero di UBG/ha e stagione di pascolo) consente di valutare l'intensità di sfruttamento media a cui sono sottoposte le superfici pascolate, nella misura in cui l'apporto di foraggio grezzo complementare sia nullo o estremamente limitato; l'intensità di sfruttamento può variare notevolmente da una parcella all'altra in funzione delle condizioni pedoclimatiche locali, richiedendo l'adattamento puntuale della concimazione.

nuali, illustrati nella tabella 3, sono validi per tenori medi in macroelementi di prati e pascoli con composizione botanica equilibrata. I prelievi effettivi possono, tuttavia, variare considerevolmente. Nel caso dei pascoli, i prelievi riportati nella tabella 3a corrispondono alla quantità media di elementi nutritivi consumata dal bestiame.

6. Concimazione raccomandata

La tabella 3a riassume le quantità raccomandate di N, P, K e Mg per prati e pascoli in funzione della loro intensità di gestione. Le quantità di P, K e Mg sono valide per suoli con stato nutrizionale «sufficiente» (classe di fertilità C). Le correzioni dello stato nutrizionale di P, K e Mg si basano sui risultati delle analisi del suolo e si effettuano tramite i fattori di correzione descritti nel modulo 2. A titolo d'esempio, la tabella 3b riporta le quantità di elementi nutritivi raccomandate, in chilogrammi per ettaro, in funzione delle rese medie di riferimento stimate per le diverse altitudini e illustrate nella tabella 1b. Se la resa prevista differisce dalla resa media di riferimento, la concimazione va calcolata moltiplicando le quantità di elementi nutritivi raccomandate per unità di sostanza secca prodotta (kg/q SS) (tabella 3a) con la resa prevista (q/ha SS).

Il rapporto tra prelievo e concimazione raccomandata varia in funzione dell'intensità di sfruttamento, in modo da poter gestire la composizione botanica e la qualità del foraggio (tabella 4, per le spiegazioni: paragrafi relativi ai diversi elementi nutritivi). A parità di resa, un prato sfruttato frequentemente preleva più elementi nutritivi di quanto faccia un prato sfruttato meno intensivamente. Perciò, i tenori in elementi nutritivi del foraggio giovane sono più elevati di quelli del foraggio raccolto tardivamente. Di conseguenza, la concimazione raccomandata per unità di biomassa prelevata aumenta con l'aumentare dell'intensità di sfruttamento. Il calcolo di una concimazione adeguata è, quindi, possibile solo se si determina l'intensità di gestione in funzione del numero di sfruttamenti previsti. La concimazione raccomandata illustrata nella tabella 3a è identica per le superfici prative permanenti e temporanee. Le particolarità che interessano le miscele triennali a base di graminacee ed erba medica e di graminacee e trifoglio violetto sono descritte nelle note di questa tabella. La tabella 5 riporta le restituzioni in elementi nutritivi occasionate da ogni singolo pascolo nel caso di prati concimati e pascolati saltuariamente (sfalcio-pascolo). Le restituzioni vanno dedotte dalla concimazione raccomandata per il prato.

In un prato o in un pascolo, la concimazione eccessiva causa la proliferazione della flora nitrofila, a detrimento di altre specie di piante foraggere, prime fra tutte le leguminose (Jeangros 1993; figura 4). I prati gestiti estensivamente e caratterizzati da una composizione botanica tipica (p.es. *Mesobromion*) non si devono concimare. In questi casi, una fertilità del suolo elevata compromette notevolmente la conservazione della biodiversità floristica e favorisce la diffusione di piante foraggere produttive (Humbert *et al.* 2015).

Ulteriori informazioni relative alla concimazione raccomandata si trovano nei capitoli che trattano i diversi elementi nutritivi. La tabella 6 descrive la concimazione raccomandata per: miscele di graminacee e leguminose utilizzate come colture intercalari, semine estive di prati temporanei e superfici prative, destinate alla produzione di sementi di graminacee e leguminose foraggere in purezza.

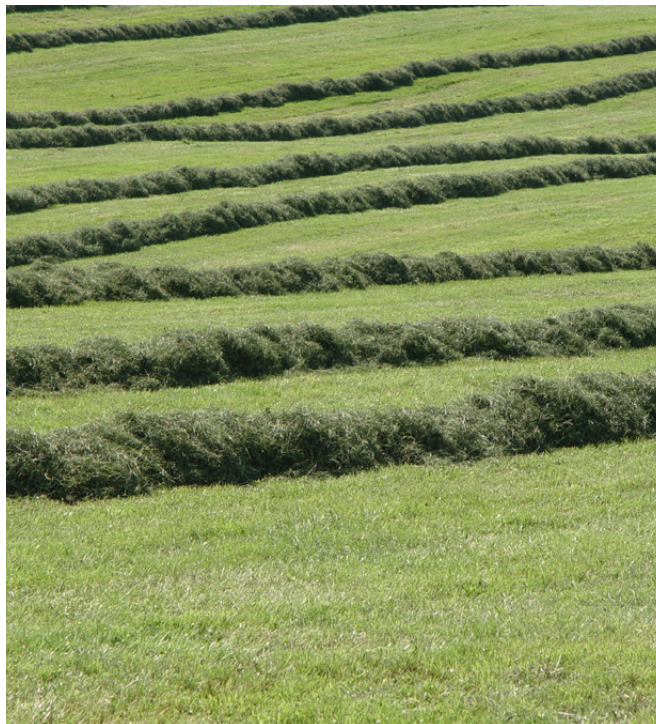


Figura 2. Le rese riportate nelle tabelle 1a e 1b sono al netto delle perdite che avvengono in campo, durante le lavorazioni e la raccolta del foraggio prativo; non così per le perdite di conservazione (insilamento, fieno ventilato, fieno imballato) (fotografia: Cornel J. Stutz, Agroscope).

6.1 Concimazione azotata

L'influenza della concimazione N sulla resa di prati e pascoli è stata determinata nel quadro di numerose prove. L'efficacia della concimazione N varia notevolmente in funzione delle condizioni pedoclimatiche locali. Per i prati «intensivi» costituiti da graminacee e trifogli, essa si situa tra 10 e 20 kg di SS supplementare per ogni kg di N distribuito (Reid 1978; Laidlaw 1980; Reid 1980; Thalmann 1985; Jeangros *et al.* 1994; Zimmermann *et al.* 1997; Elsässer 2000; Lehmann *et al.* 2001; Nevens e Rehuel 2003; Thomet *et al.* 2008; Lalor *et al.* 2011), mentre aumenta per i prati di sole graminacee, situandosi tra 20 e 30 kg di SS supplementari per kg di N distribuito (Whitehead 2000). Nel caso di miscele formate da graminacee e leguminose, la concimazione N ha un'influenza minima sulla resa, perché ha un impatto negativo sulla fissazione simbiotica dell'N e sulla percentuale di leguminose dell'associazione vegetale (Boller *et al.* 2003; Nyfeler *et al.* 2009; Nyfeler *et al.* 2011; la figura 4 illustra un esempio in merito). D'altro canto, il rapporto tra resa totale e concimazione N è nettamente superiore in presenza di leguminose rispetto a quanto succede se la cotica erbosa è formata da sole graminacee.

La concimazione N raccomandata mira, soprattutto, a mantenere l'equilibrio della composizione botanica: 50–70 % di graminacee, 10–30 % di leguminose (fino al 70 % nei prati temporanei triennali a base di graminacee e erba medica [L], di graminacee e trifoglio violetto [M] e di graminacee e lupinella [E]) e 10–30 % di «altre erbe» (fino al 40 % nei prati montani da sfalcio). Riducendo la quantità di N per singolo apporto si favoriscono le leguminose, mentre aumentandola si favoriscono le graminacee, laddove le condizioni ambientali sono favorevoli, oppure le «altre erbe» con fusti grossolani nelle zone più difficili per la crescita dell'erba (Jeangros 1993; Pauthenet *et al.* 1994; Diel e Lehmann 2004). Spesso, la proliferazione di «altre erbe» con fusti grossolani è indice di una concimazione N eccessiva rispetto alla frequenza di sfruttamento consentita dalle condizioni pedoclimatiche locali (figura 3). In ogni caso, non conviene superare i 50 kg di N per ettaro e singolo apporto. In montagna, si sconsiglia di aumentare gli apporti N raccomandati, perché ci sono maggiori rischi di degrado della composizione botanica.

In foraggicoltura, la concimazione N raccomandata supera raramente il 50 % del prelievo di N da parte del foraggio prativo (tabella 3a) perché le piante foraggere si possono approvvigionare attraverso altre fonti, quali: fissazione simbiotica dell'N, mineralizzazione della sostanza organica del suolo, effetto residuo di apporti regolari di concimi aziendali e deposizioni atmosferiche. Per i prati «intensivi» con almeno il 15 % di trifogli, la concimazione N raccomandata permette di raggiungere gli intervalli di resa indicati nella tabella 1b (capitolo 6.1.1). In mancanza di trifogli, queste rese si possono raggiungere solo aumentando la concimazione N. Un prato di sole graminacee raggiunge una resa equivalente a quella di una miscela di graminacee e leguminose solo distribuendo una quantità di N più che doppia (Whitehead 2000; Nyfeler *et al.* 2009; Husse *et al.* 2016). Dal punto di vista dell'efficacia di utilizzazione dell'N, è, dunque, fortemente sconsigliato seminare graminacee in purezza per produrre foraggio destinato ai ruminanti.

La tabella 7 illustra la concimazione N raccomandata in funzione del tipo di superficie prativa, del tipo di sfruttamento (sfalcio o pascolo) e dell'intensità di gestione. Gli apporti di N sono indicati per singolo sfruttamento e non per anno, visto che la concimazione N va ripartita su tutto il periodo vegetativo. Gli apporti riportati nella tabella 7

Tabella 4. Rapporto tra prelievi e concimazione raccomandata per P, K e Mg in funzione del tipo e dell'intensità di sfruttamento delle superfici prative.

| Tipo e intensità di sfruttamento | P | K | Mg |
|-----------------------------------|-------------|-------------|------|
| Prato | | | |
| Intensivo | 1,00 | 0,75 | 1,3 |
| Mediamente intensivo | 0,95 | 0,70 | 1,2 |
| Poco intensivo | 0,90 | 0,65 | 1,0 |
| Estensivo | – | – | – |
| Pascolo | | | |
| Intensivo ¹ | 0,60 \ 0,40 | 0,30 \ 0,08 | 0,95 |
| Mediamente intensivo ¹ | 0,60 \ 0,40 | 0,30 \ 0,07 | 0,80 |
| Poco intensivo | 0,55 | 0,15 | – |
| Estensivo | – | – | – |

¹ Il rapporto tra prelievi e concimazione raccomandata per P e K, nel caso di pascoli sfruttati in modo intensivo e mediamente intensivo, contiene due valori; il primo si riferisce al pascolo con stabulazione, il secondo al pascolo senza stabulazione. Per il Mg questa distinzione non si applica. Le diverse tecniche di pascolo sono definite nel testo.

Tabella 5. Restituzioni in kg di P, K e Mg occasionate da ogni singolo pascolo nel caso di prati concimati e saltuariamente pascolati (sfalcio – pascolo).

Le restituzioni vanno dedotte dalla concimazione raccomandata e valgono per un pascolo medio di circa 15 q SS/ha (resa consumata)¹.

| Intensità di sfruttamento | Sistema di pascolo ² | Deduzioni per ogni pascolo ³ (kg/ha) | | | | |
|---------------------------|---------------------------------|---|-------------------------------|----|------------------|-----|
| | | P | P ₂ O ₅ | K | K ₂ O | Mg |
| Intensiva | Pascolo con stabulazione | 2,5 | 5,7 | 23 | 28 | 2,0 |
| | Pascolo senza stabulazione | 3,8 | 8,7 | 37 | 45 | 3,0 |
| Mediamente intensiva | Pascolo con stabulazione | 2,0 | 4,5 | 22 | 27 | 1,5 |
| | Pascolo senza stabulazione | 2,8 | 6,5 | 30 | 36 | 2,0 |
| Poco intensiva | Entrambi i sistemi | 1,7 | 4,0 | 19 | 23 | 0 |

¹ La definizione e il metodo di stima della resa consumata sono descritti nel capitolo 3.

² I differenti sistemi di pascolo sono descritti nel testo.

³ L'ultimo pascolo autunnale conta come sfruttamento soltanto se la resa effettivamente consumata supera i 10 q SS/ha.

sono validi per un numero di sfruttamenti annui standard, corrispondenti alle indicazioni delle tabelle 1b e 3b. Per un prato da sfalcio, si stima una resa media per ogni singolo sfruttamento pari a circa 25 q SS/ha, mentre per un pascolo sfruttato in modo intensivo la stima si aggira attorno ai 15 q SS/ha. Il numero di sfruttamenti standard da considerare, per stabilire la quantità standard di N da distribuire in un anno, si calcola come segue:

| | | |
|---|---|--------------------------------------|
| Numero di sfruttamenti standard per prati da sfalcio | = | Resa annua (q SS/ha) 25 (q SS/ha) |
| Numero di sfruttamenti standard per pascoli intensivi | = | Resa annua (q SS/ha) 15 (q SS/ha) |

Tabella 6. Prelievi annui e concimazione raccomandata in kg di N, P, K e Mg per miscele di graminacee e leguminose utilizzate come colture intercalari, semine estive di prati temporanei e superfici prative destinate alla produzione di sementi di graminacee e leguminose foraggere in purezza.

| Coltura | Resa (q SS/ha) | | Prelievo annuo (kg/ha) | | | | Concimazione raccomandata ³ (kg/q SS e kg/ha) | | | |
|--|----------------|-------------------------|------------------------|------------------------------------|----------------------|----|--|------------------------------------|----------------------|------|
| | Ø ¹ | Intervallo ² | N | P (P ₂ O ₅) | K (K ₂ O) | Mg | N | P (P ₂ O ₅) | K (K ₂ O) | Mg |
| Miscele graminacee – leguminose per colture intercalari, Semine estive di prati temporanei (anno di semina) | | | | | | | 1,2 | 0,36 (0,82) | 2,2 (2,7) | 0,3 |
| Per sfruttamento | 25 | 20–30 | 70 | 10 (23) | 75 (90) | 5 | 30 | 9 (21) | 55 (66) | 8 |
| Produzione di sementi | | | | | | | | | | |
| Leguminose in purezza con produzione di foraggio mediamente intensiva | | | | | | | 0 | 0,31 (0,71) | 1,9 (2,3) | 0,25 |
| Per anno | 120 | 100–135 | 360 | 37 (85) | 275 (331) | 25 | 0 | 37 (85) | 228 (275) | 30 |
| Graminacee in purezza con produzione di foraggio mediamente intensiva | | | | | | | 1,4–1,9 | 0,31 (0,71) | 1,9 (2,3) | 0,25 |
| Per anno | 120 | 100–135 | 230 | 39 (89) | 266 (321) | 26 | 170–230 ⁴ | 37 (85) | 228 (275) | 30 |
| Graminacee in purezza con produzione di foraggio molto intensiva⁵ | | | | | | | 1,7–2,0 | 0,35 (0,80) | 2,0 (2,4) | 0,25 |
| Per anno | 135 | 115–150 | 265 | 46 (105) | 307 (370) | 32 | 230–270 ⁴ | 44 (108) | 270 (325) | 30 |

¹ Valore medio.

² Gli intervalli indicano la grande variabilità di resa esistente per una data altitudine. Essa è da ascrivere sia alla variabilità tra i luoghi, sia a quella tra gli anni.

³ I valori indicati in kg/ha corrispondono alle raccomandazioni di concimazione per una resa prevista uguale alla resa media di riferimento riportata in tabella.

⁴ Intervallo corrispondente ai valori estremi della concimazione N raccomandata in kg/q SS per la resa media di riferimento.

⁵ Questo tipo di produzione si può fare solo in condizioni pedoclimatiche particolarmente favorevoli.



Figura 3. Nelle zone sfavorevoli alla crescita delle graminacee capaci di valorizzare grandi quantità di N, una concimazione N eccessiva favorisce la proliferazione di «altre erbe» nitrofile con fusti grossolani (in questo caso: Heracleum sphondylium L.) (fotografia: Cornel J. Stutz, Agroscope).

Se il numero di sfruttamenti effettivo è maggiore, la resa dei singoli sfruttamenti sarà generalmente minore. In questi casi, bisogna rinunciare a un apporto oppure si deve ridurre la quantità di concime per ogni apporto, in modo che la somma di tutti gli apporti non superi la quantità standard (= resa prevista x concimazione N raccomandata in kg N/q SS). Nel caso dei pascoli «intensivi», cinque apporti di N, suddivisi tra maggio e settembre, consentono all'erba di crescere in modo più regolare e meglio ripartito sul periodo vegetativo, rispetto a una concimazione N che preveda il primo apporto già al risveglio vegetativo primaverile. Così facendo, si riduce leggermente la produzione di foraggio primaverile e si aumenta lievemente quella di fine estate e d'autunno (Thomet *et al.* 2008). Per contro, una concimazione N abbondante in autunno aumenta il rischio di dilavamento dei nitrati durante il periodo invernale. Nonostante l'apporto di N raccomandato per un singolo pascolo sia inferiore di 10 kg rispetto a quello previsto per uno sfalcio, la quantità di N distribuita in un anno è simile in entrambi i casi, poiché le superfici adibite al pascolo prevedono generalmente un numero maggiore di sfruttamenti.

Ad eccezione delle miscele a base di lupinella, erba altissima, avena bionda e bromo (miscele standard 326, 450, 451 e 455; Suter *et al.* 2017), su tutti i prati temporanei appena seminati si raccomanda di distribuire da 20 a 30 kg N/ha all'emergenza.

Tabella 7. Concimazione N raccomandata in funzione del tipo di superficie prativa, del tipo di sfruttamento (sfalcio o pascolo) e dell'intensità di gestione.

| Superficie prativa | Apporto raccomandato per sfalcio (kg N/ha) | Apporto raccomandato per pascolo (kg N/ha) |
|--|--|--|
| Prato permanente | | |
| Intensivo | 30 ¹ | 15–20 ¹ |
| Mediamente intensivo | 25 | 15 |
| Poco intensivo | 15 ² | 0 ³ |
| Estensivo | 0 | 0 |
| Prato temporaneo | | |
| Miscele annuali e biennali | | |
| - a base di loglio italico e/o loglio westerwoldico | 30 ^{1, 4} | |
| Miscele triennali e di lunga durata | | |
| - a base di graminacee e erba medica (L) | 0 ^{4, 5, 6} | |
| - a base di graminacee e trifoglio violetto «Mattenklee» (M) | 0 ^{4, 5} | |
| - a base di graminacee e trifoglio bianco (G e G*) o di graminacee e trifoglio violetto da pascolo (P) | 30 ^{1, 4} | 20 ^{1, 4} |
| - a base di graminacee e lupinella (E) | 0 | |
| - a base di erba altissima, avena bionda o bromo (miscele standard 450, 451 e 455) | 15 ^{2, 7} | |
| Coltura intercalare e semina estiva di prati temporanei | | |
| - un solo sfruttamento | 30 ⁴ | |
| - più sfruttamenti | 30 ⁴ | |
| Produzione di sementi | | |
| - leguminose in purezza | 0 ⁴ | |
| - graminacee in purezza; produzione di sementi | 50–100 ^{4, 8} | |
| - graminacee in purezza; produzione di foraggio | 50 | |

¹ Per i prati «intensivi», permanenti o temporanei (miscele annuali e biennali e miscele G o G* triennali e di lunga durata), si può aumentare leggermente l'apporto di N per ogni sfruttamento, purché le condizioni ambientali siano buone e si vogliano favorire le graminacee a scapito delle leguminose (dose massima per ogni utilizzazione: 50 kg N/ha).

² Sotto forma di letame ben decomposto o, eventualmente, di liquami ben diluiti, dopo il primo sfalcio; bisogna però evitare l'impiego regolare di liquami e di azoto sotto forma minerale.

³ Si tollera la quantità di N presente nel letame ben decomposto e distribuito per coprire i fabbisogni in P e K (tabella 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 N deve essere differito alla primavera successiva.

⁵ Con presenza insufficiente di leguminose, è possibile concimare queste miscele come se si trattasse di miscele a base di graminacee e trifoglio bianco.

⁶ Si raccomanda un apporto annuale unico di 30 kg N/ha in primavera. Se del caso, i liquami vanno diluiti abbondantemente prima di distribuirli.

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

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

6.1.1 Fissazione simbiotica dell'azoto

Le leguminose (*Fabaceae*), e in particolare trifogli ed erba medica, rappresentano un punto di forza della produzione di foraggio prativo, perché sono in grado di immettere grandi quantità di N nel sistema, riducendone l'apporto nel caso il sistema ne sia già ben provvisto. In effetti, le radici di queste piante sviluppano un rapporto di simbiosi con i batteri del genere *Rhizobium*, che consente loro di utilizzare l'N atmosferico (fissazione simbiotica dell'N) in cambio di una certa quantità d'energia. Quando l'N scarseggia nel suolo, le leguminose coprono fino al 90% del loro fabbisogno in N grazie all'azotofissazione biologica (p.es. Oberson *et al.* 2013). Ciò

vale anche per condizioni montane (Jacot *et al.* 2000). Quando la quantità di N del suolo disponibile per le radici delle leguminose aumenta, esse riducono la loro attività simbiotica (p.es. Hartwig 1998). Le leguminose svolgono un importante ruolo di regolazione della quantità di N presente nel sistema. Inoltre, in presenza di graminacee competitive, la percentuale di leguminose dell'associazione vegetale diminuisce con l'aumentare della disponibilità di N nel suolo (p.es. Jeangros *et al.* 1993). Di conseguenza, elevate concimazioni N riducono la quantità di N atmosferico fissato dalla superficie prativa; a breve termine, inducendo la riduzione dell'attività simbiotica delle leguminose e, a lungo termine, riducendo la percentuale di leguminose nell'associazione vegetale.

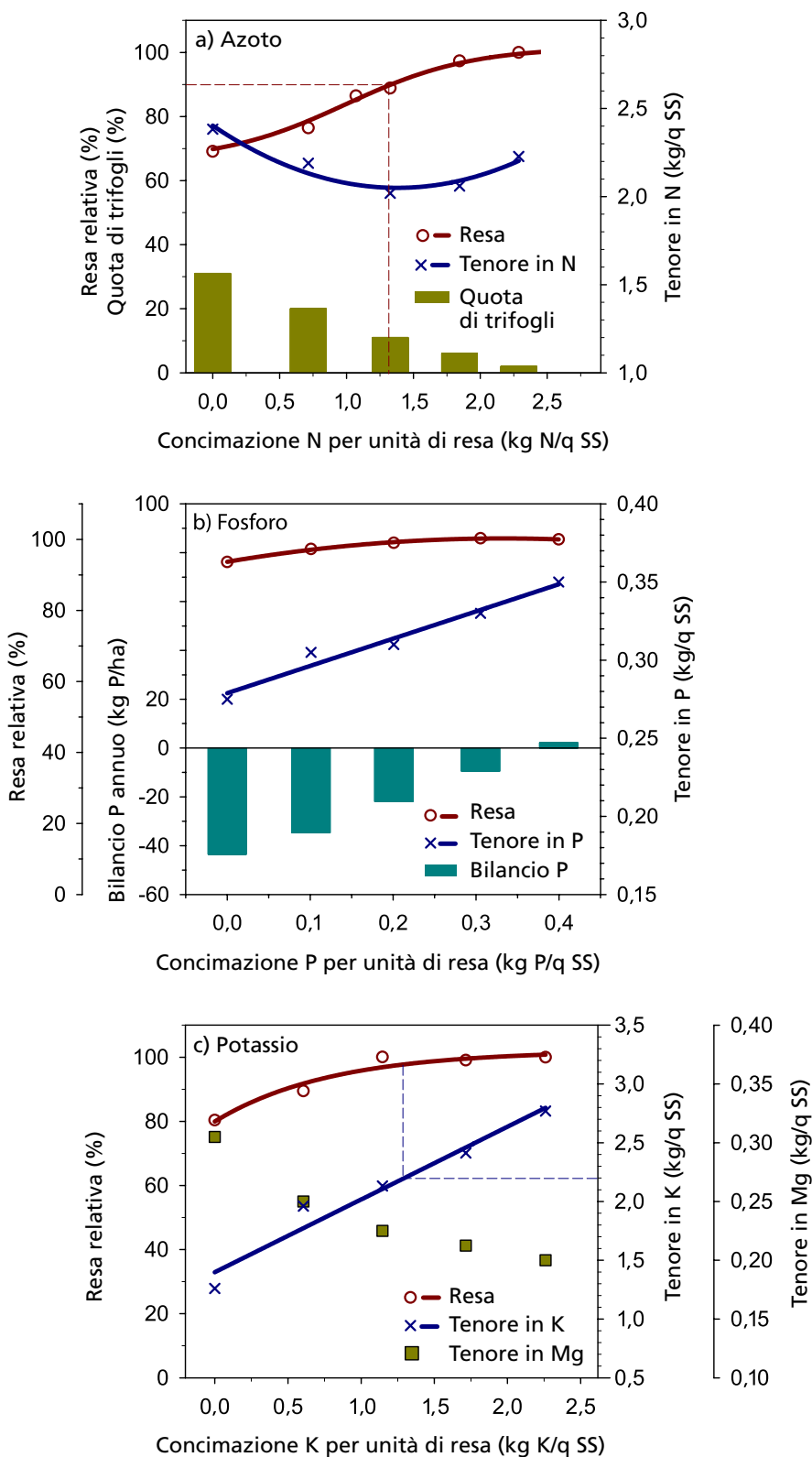


Figura 4. Influenza della concimazione sulle rese e sui tenori in N, P, K e Mg di un prato da sfalcio. I risultati si riferiscono a 9 anni di confronti tra differenti concimazioni. Questa prova di concimazione è stata eseguita su un prato permanente, gestito intensivamente, dominato dal lolio italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) e situato a Hohenrain (610 m d'altitudine, 1100 mm di precipitazioni annue). All'inizio della prova, lo stato nutrizionale del suolo era sufficiente per P e K. La resa relativa rappresenta il livello di resa rispetto alla resa massima.

a) Influenza della concimazione N sulla resa, sul tenore in N nel foraggio e sulla quota di trifogli presenti nella cotica erbosa. Livelli di concimazione N: 0, 83, 167, 250 o 333 kg N/ha e anno (41 kg P e 232 kg K). In questo prato, ricco in graminacee, la distribuzione di 1,3 kg N/q SS ha consentito di raggiungere il 90% della resa massima (linea tratteggiata verticale e orizzontale), mantenendo una quota di trifogli nella cotica erbosa pari a circa il 10% e un'efficacia dell'N distribuito superiore del 30% rispetto al livello di concimazione più elevato (per ciò che concerne l'aumento di resa). Il tenore in N nel foraggio non cresce con l'aumentare della concimazione N, a causa del calo della presenza di trifogli.

b) Influenza della concimazione P sulla resa, sul tenore in P nel foraggio e sul bilancio apporti-prelievi di P. Livelli di concimazione P: 0, 14, 28, 41, 55 kg P/ha e anno (250 kg N, 232 kg K). Il tenore in P nel foraggio cresce linearmente con l'aumentare della concimazione P, mentre il bilancio in P si equilibra con una concimazione situata tra 0,30 e 0,40 kg P/q SS.

c) Influenza della concimazione K sulla resa e sui tenori in K e Mg nel foraggio. Livelli di concimazione K: 0, 77, 155, 232 e 310 kg K/ha e anno (250 kg N, 41 kg P). Il tenore in K nel foraggio cresce linearmente con l'aumentare della concimazione K. Il tenore in K di 2,2 kg K/q SS ha permesso di raggiungere una resa superiore al 90% della resa massima (linea tratteggiata verticale e orizzontale). Il tenore in Mg nel foraggio cala con l'aumentare della concimazione K (antagonismo tra K e Mg).

La quantità di N atmosferico fissato da una superficie prativa varia notevolmente in funzione della percentuale di leguminose, del potenziale produttivo locale e del tenore di N del suolo. Diverse prove, svolte a basse quote, hanno misurato quantità di N fissato nella biomassa raccolta variabili tra 100 e 380 kg di N per anno e per ettaro (riassunto da Lüscher *et al.* 2014). Nelle miscele di graminacee e leguminose, con le leguminose che non superano il 50–60 % della composizione botanica, la quantità di N atmosferico fissato per ogni quintale di resa in leguminose è di circa 3–5 kg per anno, di cui 2–3 kg si raccolgono con il foraggio (Boller *et al.* 2003; Høgh-Jensen *et al.* 2004; Unkovich *et al.* 2010). Oltre il 50–60 % di leguminose, ulteriori aumenti di piante foraggere di questa famiglia botanica non fanno incrementare la quantità di N atmosferico fissato (Nyfeler *et al.* 2011). La quantità di N atmosferico fissato annualmente da una superficie prativa che produce 130 q/ha di SS all'anno e conta il 15 % di leguminose, si può stimare, molto approssimativamente, a $4 \text{ kg N} \times 130 \text{ q SS} \times 0,15 = 78 \text{ kg N/ha}$ e anno. In termini di resa, prove svolte in Svizzera in tre luoghi diversi mostrano che l'effetto del 15 % di trifogli nella composizione botanica di un prato corrisponde a quello di 80–100 kg di N minerale distribuiti su prati di sole graminacee (Nyfeler *et al.* 2009; Husse *et al.* 2016; Hofer *et al.* 2016). La fissazione simbiotica dell'azoto atmosferico assicurata dalle leguminose migliora la nutrizione N delle graminacee dell'associazione vegetale (Nyfeler *et al.* 2011; Pirhofer-Walzl *et al.* 2012).

6.2 Concimazione fosfatica

La concimazione P raccomandata si basa sul concetto di sostituzione della quantità di P prelevata dal foraggio prativo, sia esso raccolto oppure consumato dal bestiame. Le correzioni della concimazione P in funzione dei risultati delle analisi del suolo si effettuano tramite i fattori di correzione descritti nel modulo 2. Per salvaguardare la composizione botanica dei prati «poco intensivi», gli apporti di P raccomandati per questa tipologia di prato sono leggermente inferiori ai prelievi (tabella 4). In questi casi, la vegetazione preleva i pochi chilogrammi (1–2 kg/ha) di P mancanti annualmente dalle riserve del suolo.

La concimazione P aumenta la resa delle superfici prative quando la disponibilità di P del suolo è insufficiente (Duru e Ducrocq 1997; Philipp *et al.* 2004). L'aumento di resa non si riscontra più a partire da uno stato nutrizionale in P del suolo giudicato «sufficiente», anche accrescendo la concimazione P (Gallet *et al.* 2003; Liebisch *et al.* 2013). Quando il tenore in P nel foraggio della prima ricrescita primaverile, raccolto allo stadio di inizio spigatura, raggiunge 0,30 kg/q SS, il P non risulta limitante per la formazione della resa (Liebisch *et al.* 2013). Questa percentuale di P nel foraggio ne costituisce il tenore di riferimento (Agroscope 2017b). Il tenore in P nel foraggio cresce con l'aumentare della concimazione P (Gallet *et al.* 2003; Philipp *et al.* 2004; Stroia 2007), superando anche il valore richiesto dalle piante per assicurare la crescita ottimale dei foraggi prativi (Liebisch *et al.* 2013); un tipico caso di consumo di lusso. L'aumento del tenore in P nel foraggio non consente di raggiungere livelli di prelievi che possano compensare

l'aumento della concimazione P. Di conseguenza, una concimazione superiore a quella raccomandata genera sempre un bilancio apporti–prelievi positivo (la figura 4 riporta un esempio in merito). Se questo bilancio resta positivo sul lungo periodo, il P si accumula nel suolo (Messiga *et al.* 2014). I suoli delle superfici prative possono così accumulare riserve di P importanti (Roger *et al.* 2014). Nei prati permanenti, la concimazione P fa crescere considerevolmente la concentrazione di P nei primi centimetri di suolo (Schärer *et al.* 2007). L'accumulo di P nel suolo genera un rischio maggiore di inquinamento ambientale (Stamm *et al.* 1998; Jordan *et al.* 2005).

6.3 Concimazione potassica

Un suolo ricco in K genera il suo consumo di lusso da parte delle piante foraggere e l'aumento della sua concentrazione nel foraggio prativo. Ciò ostacola l'assorbimento di Mg e di calcio (Ca) da parte della cotica erbosa (antagonismo; Kayser e Isselstein 2005; la figura 4 riporta un esempio in merito) e favorisce, in concausa con altri fattori, la diffusione di piante indesiderate (p.es. di ombrellifere). In Svizzera, attualmente, la maggior parte dei foraggi prativi è ricca in K (da circa 2,5 a 3,5 kg K/q di SS in foraggi raccolti allo stadio di inizio spigatura), vista l'elevata disponibilità in K di numerosi suoli adibiti a prato o a pascolo. Questi tenori in K sono altresì eccessivi in relazione agli apporti raccomandati per l'alimentazione del bestiame erbivoro (Schlegel e Kessler 2015) e riducono l'assorbimento ruminale di Mg, richiedendo una maggiore integrazione alimentare di quest'ultimo elemento nutritivo. La concimazione K raccomandata per prati e pascoli si basa su un tenore ideale in K nei foraggi prativi (2,2 kg K/q SS allo stadio di inizio spigatura), che assicuri la buona crescita delle piante foraggere (Duru e Thélier-Huché 1995; Keady e O'Kiely 1998), favorisca lo sviluppo di una composizione botanica equilibrata e soddisfi il fabbisogno in K del bestiame. Le correzioni della concimazione K in funzione dei risultati delle analisi del suolo si effettuano tramite i fattori di correzione descritti nel modulo 2. Anche se da molti anni la concimazione K raccomandata è nettamente inferiore ai prelievi dei foraggi prativi, che crescono su suoli ricchi in K, il tenore medio di questo elemento nutritivo nei foraggi resta tutt'ora elevato (Python *et al.* 2010; Schlegel *et al.* 2016), anche perché le aziende a vocazione foraggera esportano quantità irrisorie di K, visto che latte e carne ne contengono poco (Sieber 2011). Ne consegue che i tenori in K del suolo e dei foraggi diminuiscono lentamente, nonostante non si distribuisca più nessun concime K extraziendale (Jeangros e Troxler 2006). L'apporto in K dei concimi aziendali prodotti dal bestiame erbivoro supera il fabbisogno di prati e pascoli, perché il tenore di riferimento in K di questi concimi si stabilisce partendo dal tenore effettivo in K della razione foraggera, basandosi principalmente su quello dei foraggi prativi (2,5–3,5 kg K/q SS). In queste situazioni, bisogna distribuire i concimi aziendali su prati e pascoli in funzione di N e P, rinunciando a utilizzare concimi extraziendali contenenti K. Tuttavia, se i concimi aziendali distribuiti e il foraggio prativo destinato al bestiame sono interamente di provenienza aziendale, l'eccedenza di K (differenza tra gli apporti di concime aziendale e il fabbisogno

delle superfici prative) non sovraccarica ulteriormente il bilancio in K dell'azienda, perché il tenore reale in K dei concimi aziendali corrisponde a quello dei foraggi prodotti in azienda. Per le aziende a vocazione foraggera che presentano un bilancio in K eccedentario non va, dunque, raccomandato l'utilizzo di alcun tipo di concime K extraziendale (bilancio tra deiezioni animali e fabbisogni colturali). D'altro canto, in questi casi, non bisogna riportare l'eccedenza in K riscontrata nel corso di un anno nel piano di concimazione dell'anno successivo. Per calcolare il piano di concimazione aziendale nei casi in cui il foraggio contenga tra 2,0 e 2,5 kg K/q SS, si raccomanda di ridurre del 15 %, rispetto al valore di riferimento, la stima del tenore in K nei concimi aziendali prodotti dal bestiame erbivoro dell'azienda considerata. Questa riduzione sale al 30 % se il tenore in K nel foraggio è inferiore a 2,0 kg K/q SS (modulo 4). Se si rivela necessario distribuire più K tramite concimi minerali, gli apporti che superano i 170 kg K/ha (200 kg K₂O/ha) vanno suddivisi in due volte (p.es. al risveglio vegetativo e dopo il primo o il secondo sfruttamento).

6.4 Concimazione magnesiacca

Per quanto ci è noto, esistono poche pubblicazioni che valutino l'influenza della concimazione Mg sulla resa di superfici prative in condizioni pedoclimatiche simili a quelle riscontrate in Svizzera. Di conseguenza, nonostante si conoscano i risultati di alcuni studi svolti in Nuova Zelanda e negli Stati Uniti d'America (Hogg e Karlovsky 1967; Reinbott e Blevins 1997; Hanly *et al.* 2005), non è possibile quantificare questo aspetto della concimazione nel caso delle nostre superfici prative. Un serie di prove condotte in vaso mostra che il tenore in Mg nelle foglie, a partire dal quale la crescita del loglio cala (meno di 0,10 kg Mg/q SS; Smith 1985), è inferiore a quello misurato abitualmente nei foraggi prativi raccolti in Svizzera (tabella 2). Ne consegue che, nella maggior parte dei casi, è poco probabile che la concimazione Mg influenzi positivamente la resa dei foraggi prativi. Il tenore critico in Mg per la crescita delle graminacee foraggere è, comunque, inferiore al fabbisogno in Mg delle vacche da latte (Schlegel e Kessler 2015), mentre il Mg presente nel suolo è facilmente dilavabile (Whitehead 2000). Per questi motivi, la concimazione Mg raccomandata deve approssimativamente sostituire il Mg prelevato dalle piante foraggere ed esportato dalla parcella sotto forma di foraggio prativo. Se il tenore in Mg nel foraggio è troppo basso rispetto al fabbisogno del bestiame, occorre integrare la razione foraggera con del Mg, anziché aumentare la concimazione raccomandata. Se la concimazione N e P si effettua tramite i concimi aziendali, il fabbisogno in Mg delle superfici prative è generalmente soddisfatto (modulo 4).

6.5 Concimazione sulfurea

Un apporto sufficiente in S è essenziale per la sintesi delle proteine e per la formazione della resa in sostanza secca. I prati temporanei, l'erba medica seminata in purezza e i prati permanenti ricchi di buone graminacee e concimati abbondantemente con N, hanno un fabbisogno considerevole in S, i cui prelievi annui variano tra 20 e 35 kg S/ha. In

questi casi, la cosa migliore da fare è privilegiare la distribuzione di concimi aziendali, perché forniscono alla superficie prativa quantità notevoli di S assimilabile. Se si riscontrano carenze in S, la sua distribuzione permette di aumentare significativamente la resa dei prati «intensivi» (Mathot *et al.* 2008). In caso di necessità, un metodo efficace per distribuire S minerale consiste nell'utilizzare un concime minerale azotato contenente S, come il solfato ammonico.

Carenze di S si possono manifestare, in particolare, in prati da sfalcio gestiti intensivamente, concimati abbondantemente con N minerale e situati su suoli leggeri e poveri in sostanza organica. Generalmente, però, i casi di carenza di S sono molto rari, quindi si sconsiglia di procedere a concimazioni sistematiche. Nel capitolo 4.7 del modulo 2, si descrive un metodo di valutazione del rischio di carenza di S in funzione delle condizioni pedoclimatiche locali e del tipo di gestione della parcella. In caso sussista un rischio di carenza per le graminacee foraggere, l'erba medica e i prati «intensivi», si raccomanda un apporto di 15–25 kg S/ha, da effettuarsi preferibilmente in primavera piuttosto che in estate (Aeby e Dubach 2008). Sui pascoli, le deiezioni animali restituiscono circa il 90 % dello S prelevato attraverso il foraggio consumato (Nguyen e Goh 1994).

7. Diagnosi basata sul tenore in elementi nutritivi del foraggio

L'analisi dei tenori in elementi nutritivi del foraggio può completare efficacemente i risultati delle analisi del suolo, nel caso si voglia stilare una diagnosi a posteriori sul livello di concimazione delle superfici prative. Il modulo 3 illustra i principi generali concernenti l'analisi delle piante.

Diagnosticare lo stato nutrizionale dei prati sulla base dell'analisi delle piante è complicato, perché i tenori in N e in altri elementi nutritivi variano sia con il variare dello stadio di sviluppo del foraggio campionato sia con la composizione botanica della cotica erbosa. Per superare queste difficoltà, si sono sviluppati metodi diagnostici basati sul rapporto esistente tra i tenori di due o più nutrienti (Salette e Huché 1991; Bailey *et al.* 1997).

Il metodo degli indici di nutrizione fosfatici e potassici, utilizzato per diagnosticare lo stato nutrizionale dei prati, si basa sul rapporto tra P e N e tra K e N del foraggio (Duru e Thélier-Huché 1995). Questi indici permettono di confrontare i tenori effettivi in P e in K, ottenuti analizzando il foraggio, con il tenore in N che consente alle piante foraggere di crescere in modo ottimale. Questo metodo è stato inizialmente messo a punto per le graminacee. In seguito, si è calcolato un fattore di correzione per tenere conto della quota di leguminose presente nelle cotiche formate da miscele di graminacee e leguminose (Jouany *et al.* 2004; Jouany *et al.* 2005). Il metodo è stato verificato in tre diversi luoghi situati in Svizzera (Liebisch *et al.* 2013). Se i tenori in N e in altri elementi nutritivi si determinano partendo da un campione misto (graminacee e leguminose

miscelate nello stesso campione), gli indici di nutrizione si valutano come segue:

S/N inferiore a 0,07 (da 0,065 a 0,075 secondo lo studio) sembra indicare una situazione di carenza in S, mentre un

| | | |
|---------------------------------------|---|--|
| Indice di nutrizione fosfatico | = | $100 \times \frac{\text{Tenore in P}}{0,15 + 0,065 \times \text{Tenore in N}} + (0,5 \times \text{quota di leguminose})$ |
| Indice di nutrizione potassico | = | $100 \times \frac{\text{Tenore in K}}{1,6 + 0,525 \times \text{Tenore in N}} + (0,5 \times \text{quota di leguminose})$ |

In queste equazioni (Jouany *et al.* 2005), i tenori in N, P e K sono espressi in percentuale, il che corrisponde ai valori in kg/q di SS riportati nella tabella 2. Le analisi del foraggio si effettuano su campioni raccolti durante la prima ricrescita primaverile. La quota di leguminose della cotica erbosa si esprime in percentuale della biomassa raccolta. Questi indici non sono validi in caso di sovraconcimazione N.

Esempio: Se i tenori in N, P e K del foraggio di un prato con il 15 % di leguminose sono rispettivamente 2,5, 0,33 e 2,8 kg/q SS, l'indice di nutrizione P sarà uguale a 113, mentre quello K a 104.

Il fattore di correzione relativo alla quota di leguminose non è stato verificato per prati costituiti da più del 50 % di leguminose. Per i prati ricchi in leguminose, è dunque preferibile analizzare il foraggio dopo avere allontanato le leguminose dai campioni.

La tabella 8 riporta l'interpretazione degli indici di nutrizione P e K ottenuti con le equazioni di cui sopra. L'indice di nutrizione P di un prato assume, tuttavia, valori molto variabili in funzione delle annate (Stroia 2007). Per effettuare una diagnosi sicura bisogna, perciò, considerare la media pluriennale.

Il principio degli indici di nutrizione, basato sul rapporto tra il tenore dell'elemento considerato e il tenore in N del foraggio, è stato verificato anche nel caso dello S (Mathot *et al.* 2009). Le soglie ottenute in questo studio devono, tuttavia, essere ancora validate prima che sia possibile consigliare l'interpretazione del fabbisogno in S. Un rapporto

rapporto superiore indica che la nutrizione S è soddisfacente (Bailey *et al.* 1997; Whitehead 2000; Mathot *et al.* 2009). Questo valore indicativo è valido per i prati ricchi in graminacee. La soglia per i prati ricchi in leguminose è, invece, più bassa. (Jones e Sinclair 1991; Whitehead 2000).

8. Concimi aziendali

La maggior parte degli elementi nutritivi esportata dalle superfici prative attraverso la raccolta e l'ingestione di foraggio si ritrova nei concimi aziendali (modulo 4). Per le aziende a vocazione foraggera, la gestione razionale della concimazione passa, dunque, attraverso il riciclaggio adeguato di questi concimi a livello aziendale. La tabella 6 del modulo 4 riporta i tenori indicativi in elementi nutritivi dei diversi concimi aziendali. Questa tabella evidenzia che il rapporto tra i tenori dei diversi nutrienti presenti nei concimi aziendali è notevolmente influenzato dal tipo di concime. Questo aspetto va sempre considerato quando si pianifica la distribuzione dei concimi aziendali sulle parcelle. Per esempio, si eviterà di distribuire liquame povero di sterco su superfici prative con suoli già ben dotati in K, perché il rapporto K:N disponibile di questo concime è particolarmente elevato. Nel modulo 4 si trovano ulteriori informazioni su come valorizzare i concimi aziendali.

9. Restituzioni durante il pascolo

La concimazione raccomandata per i pascoli è inferiore ai tenori in elementi nutritivi del foraggio consumato dal bestiame, poiché una parte di tali elementi torna direttamente al suolo, durante il pascolo, tramite le deiezioni. Nella concimazione raccomandata per i pascoli (nessuno sfalcio) della tabella 3a, si tiene già conto delle restituzioni di elementi nutritivi durante il pascolo. Queste ultime dipendono dalla tecnica di pascolo, i cui aspetti più importanti sono la durata del pascolo giornaliero e la quota di razione foraggera consumata sul pascolo. Riguardo al pascolo «intensivo» e al pascolo «mediamente intensivo», la tabella 3a indica due diverse concimazioni raccomandate. La prima indicazione vale per il pascolo con stabulazione, o parziale, dove gli animali dedicano quasi tutto il tempo che passano sul pascolo a nutrirsi (p.es. consumando il 50 % del loro fabbisogno foraggero durante 5 - 6 ore di pascolo al giorno oppure coprendo quasi per intero le loro esigenze in 10 - 12 ore giornaliere passate sull'erba). La seconda vale per il pascolo senza stabulazione, o integrale, in cui gli animali si nutrono esclusivamente al pascolo, dove soggiornano in permanenza, salvo rientrare per la

Tabella 8. Concimazione raccomandata in funzione dell'interpretazione degli indici di nutrizione P e K (interpretazione secondo Salette e Huché 1991).

| Indice | Interpretazione | Concimazione raccomandata |
|--------|-----------------|--|
| > 120 | eccessiva | Ridurre la concimazione P o K delle parcelle considerate, applicando la concimazione raccomandata nella tabella 3a, dopo avere rivalutato la resa e l'intensità di sfruttamento, in funzione del numero di sfruttamenti e del livello di concimazione N. |
| 80-120 | sufficiente | Concimazione corrispondente alle raccomandazioni della tabella 3a. |
| < 80 | insufficiente | Pianificare una concimazione di ripristino in funzione delle analisi del suolo secondo quanto riportato nel modulo 2. |

mungitura, nel caso delle lattifere. Nel caso del pascolo senza stabulazione, la maggior parte degli elementi nutritivi ingeriti dal bestiame ritorna direttamente al suolo attraverso le deiezioni animali con conseguenti prelievi effettivi minimi. Tuttavia, la concimazione raccomandata non si riduce proporzionalmente all'incremento delle deiezioni sul pascolo, perché quando gli animali si trovano permanentemente sul pascolo la ripartizione di feci e urina è meno regolare rispetto a quanto succede per il pascolo parziale, dove brucando per tutto il tempo si muovono in continuazione. I pascoli utilizzati prioritariamente per la libera uscita piuttosto che per il foraggiamento non si devono concimare, poiché i notevoli quantitativi di elementi nutritivi risultanti dalle deiezioni coprono, da soli, il fabbisogno delle piante.

Nel caso di superfici pascolate saltuariamente (sfalcio-pascolo), le restituzioni in elementi nutritivi occasionate dal pascolo si deducono dalla concimazione raccomandata per i prati da sfalcio. Le deduzioni si riferiscono alle quantità medie di elementi nutritivi che le piante foraggiere possono valorizzare durante uno sfruttamento medio del pascolo (resa consumata pari a circa 15 q SS/ha, il che corrisponde al consumo giornaliero di 95 UBG/ha che brucano ognuna 16 kg SS/g). La tabella 5 riporta le restituzioni dovute al pascolo per P, K e Mg, a dipendenza dell'intensità di sfruttamento e della tecnica di pascolo.

Fino all'80% dell'N prelevato dal bestiame al pascolo ritorna al suolo attraverso le deiezioni (Haynes e Williams 1993). La sua distribuzione è, però, irregolare e molto concentrata tanto che, dove gli animali defecano e urinano, si misura una concimazione equivalente a più di 500 kg N/ha (Ball e Ryden 1984; Whitehead 2000). La concentrazione in N molto elevata delle deiezioni e la loro ripartizione irregolare fanno sì che le piante valorizzino questo N in modo

poco efficiente. Se ne deduce che l'N restituito sul pascolo è molto meno efficace per il sistema produttivo dell'N rilasciato dagli animali stabulati e poi distribuito omogeneamente tramite i concimi aziendali sulle superfici da concimare. Infatti, confrontato con l'N contenuto nei concimi aziendali, quello restituito dal bestiame al pascolo è soggetto a perdite maggiori, è nettamente meno efficace per la produzione di biomassa e viene assorbito in modo meno efficiente dalle piante foraggiere. L'Istituto nazionale di ricerca agronomico francese (INRA) ha recentemente condotto un lavoro di sintesi sui flussi di N in agricoltura (Peyraud *et al.* 2012). In questa sintesi, gli autori indicano i valori seguenti per ciò che concerne la quota parte di N restituito durante il pascolo: 30–35% per l'urina e solo 10–20% per le feci. Sulla base di diversi studi incentrati sull'influenza delle deiezioni sulla produzione di biomassa, si può stimare l'influenza sulla resa in un ordine di grandezza situato tra 3 e 5 kg SS per kg di N presente nelle deiezioni (media tra urina e feci) (Day e Detling 1990; Deenen e Middelkoop 1992; Williams e Haynes 1994; Williams e Haynes 1995; Decau *et al.* 2003; Di e Cameron 2007; Troxler *et al.* 2008; Moir *et al.* 2013; White-Leech *et al.* 2013). Nel caso di un pascolo gestito intensivamente, brucato da vacche da latte e con un numero di giorni di pascolo necessari a consumare la totalità del foraggio prodotto dal pascolo, l'influenza dell'N presente nelle deiezioni sulla resa sarebbe solo del 5–8% rispetto alla resa totale. La variabilità dei valori ottenuti in tutti questi studi è, tuttavia, notevole.

10. Ammendamento calcareo del suolo

Il capitolo 5 del modulo 2 è dedicato all'ammendamento calcareo del suolo, mentre il capitolo 5.3 dello stesso modulo tratta aspetti di questa pratica legati specificatamente alla produzione di foraggio prativo.

11. Bibliografia

- Aeby P. & Dubach S., 2008. Schwefelversorgung von Wiesen: Düngung ausnahmsweise nötig. *UFA-Revue* 3/2008, 50–51.
- Agroscope, 2017a. Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer (libro verde). Link: www.agroscope.admin.ch.
- Agroscope, 2017b. Referenzwerte für Nährwerte von Raufutter. Link: www.agroscope.admin.ch.
- Bailey J. S., Cushnahan A. & Beattie J. A. M., 1997. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for diagnosing the nutrient status of grassland swards: II. Model calibration and validation. *Plant Soil* 197, 137–147.
- Ball P.R. & Ryden J.C., 1984. Nitrogen relationships in intensively managed temperate grasslands. *Plant Soil* 76, 23–33.
- Boller B. C., Lüscher A. & Zanetti S., 2003. Schätzung der biologischen Stickstoff-Fixierung in Klee-Gras-Beständen, Schriftenreihe der FAL 45, 47–54.
- Daccord R., Arrigo Y., Kessler J., Jeangros B., Scephovic J., Schubiger F.X. & Lehmann J., 2001. Valeur nutritive des plantes des prairies. 3. Teneurs en calcium, phosphore, magnésium et potassium. *Rev. suisse Agric.* 33, 141–146.
- Day T.A. & Detling J.K., 1990. Grassland patch dynamics and herbivore grazing preference following urine deposition. *Ecology* 71, 180–188.
- Decau M. L., Simon J. C & Jacquet A., 2003. Fate of urine nitrogen in three soils throughout a grazing season. *J. Environ. Qual.* 32, 1405–1413.
- Deenen P. J. A.G. & Middelkoop N., 1992. Effects of cattle dung and urine on nitrogen uptake and yield of perennial ryegrass. *Neth. J. Agr. Sci.* 40, 469–482.
- Di H. J. & Cameron K. C., 2007. Nitrate leaching losses and pasture yields as affected by different rates of animal urine nitrogen returns and application of a nitrification inhibitor - a lysimeter study. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 79, 281–290.
- Dietl W., 1986. Pflanzenbestand, Bewirtschaftungsintensität und Ertragspotential von Dauerwiesen. *Schweiz. Landwirtsch. Monatshefte* 64, 241–262.
- Dietl W. & Lehmann J., 2004. Ökologischer Wiesenbau; Nachhaltige Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf. 136 pp.
- Duru M. & Ducroq H., 1997. A nitrogen and phosphorus herbage nutrient index as a tool for assessing the effect of N and P supply on the dry matter yield of permanent pastures. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 47, 59–69.
- Duru M. & Thélier-Huché L., 1995. N and P-K status of herbage: use for diagnosis of grasslands, in: INRA (Ed.), *Diagnostic Procedures for Crop N Management and Decision Making*, Parigi (Les Colloques n° 82), 125–138.
- Elsäßer M., 2000. Auswirkungen reduzierter Stickstoffdüngung auf Erträge, Futterwert und Botanische Zusammensetzung von Dauergrünland sowie Nährstoffverhältnisse im Boden. *Wissenschaftl. Fachverl.* 164 pp.
- Fabre B. & Kockmann F., 2006. Les effets du chaulage sur les prairies permanentes ou de longue durée. *Synthèse bibliographique. Fourrages* 185, 103–122.
- Gallet A., Flisch R., Ryser J.-P., Nösberger J., Frossard E. & Sinaj S., 2003. Uptake of residual phosphate and freshly applied diammonium phosphate by *Lolium perenne* and *Trifolium repens*. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 166, 557–567.
- Hanly J. A., Loganathan P. & Currie L. D., 2005. Effect of serpentine rock and its acidulated products as magnesium fertilisers for pasture, compared with magnesium oxide and Epsom salts, on a Pumice Soil. 1. Dry matter yield and magnesium uptake. *New Zeal. J. Agr. Res.* 48, 451–446.
- Haynes R. J. & Williams P. H., 1993. Nutrient Cycling and Soil Fertility in the Grazed Pasture Ecosystem. *Adv. Agron.* 49, 119–199.
- Hofer D., Suter M., Haughey E., Finn J. A., Hoekstra N. J., Buchmann N. & Lüscher A., 2016. Yield of temperate forage grassland species is either largely resistant or resilient to experimental summer drought. *J. Appl. Ecol.* doi:10.1111/1365-2664.12694
- Hogg D. E. & Karlovsky J., 1968. The relative effectiveness of various magnesium fertilisers on a magnesium-deficient pasture. *New Zeal. J. Agr. Res.* 11, 171–183.
- Humbert J.-Y., Dwyer J. M., Andrey A. & Arlettaz R., 2015. Impacts of nitrogen addition on plant biodiversity in mountain grasslands depend on dose, application duration and climate: a systematic review. *Glob. Change Biol.* 22, 110–120.
- Husse S., Huguenin-Elie O., Buchmann N. & Lüscher A., 2016. Larger yields of mixtures than monocultures of cultivated grassland species match with asynchrony in shoot growth among species but not with increased light interception. *Field Crops Res.*, doi: 10.1016/j.fcr.2016.04.021
- Jacot K. A., Lüscher A., Nösberger J. & Hartwig U. A., 2000. Symbiotic N₂ fixation of various legume species along an altitudinal gradient in the Swiss Alps. *Soil Biol. Biochem.* 32, 1043–1052.
- Jeangros B. & Thöni E., 1994. Utilisation des engrais de ferme sur les prairies permanentes. Synthèse de résultats expérimentaux et recommandations préconisées en Suisse. *Fourrages* 140, 393–406.
- Jeangros B. & Troxler J., 2006. Bilan des éléments fertilisants sur une exploitation laitière de montagne. *Rev. suisse Agric.* 38 (3), 121–125.
- Jeangros B., 1993. Prairies permanentes en montagne. I. Effets de la fréquence des coupes et de la fertilisation azotée sur la composition botanique. *Rev. suisse Agric.* 25, 345–360.
- Jeangros B., Scephovic J., Schubiger F. X., Lehmann J., Daccord R. & Arrigo, Y., 2001. Valeur nutritive des plantes de prairies. 1. Teneurs en matière sèche, matière azotée et sucres. *Rev. suisse Agric.* 33, 73–80.
- Jones M. B. & Sinclair A. G., 1991. Application of DRIS to white clover based pastures. *Commun. Soil Sci. Plan.* 22, 1895–1918.
- Jordan P., Menary W., Daly K., Kiely G., Morgan G., Byrne P. & Moles R., 2005. Patterns and processes of phosphorus transfer from Irish grassland soils to rivers – integration

- of laboratory and catchment studies. *J. Hydrol.* 304, 20–34.
- Jouany C., Cruz P., Petibon P. & Duru M., 2004. Diagnosing phosphorus status of natural grassland in the presence of white clover. *Eur. J. Agron.* 21, 273–285.
- Jouany C., Cruz P., Theau J. P., Petibon P., Foucras J. & Duru M., 2005. Diagnostic du statut de nutrition phosphatée et potassique des prairies naturelles en présence de légumineuses. *Fourrages* 184, 547–555.
- Kayser M. & Isselstein J., 2005. Potassium cycling and losses in grassland systems: a review. *Grass Forage Sci.* 60, 213–224.
- Keady T. M. J. & O’Kiely P., 1998. An evaluation of potassium and nitrogen fertilisation of grassland, and date of harvest, on fermentation, effluent production, dry-matter recovery and predicted feeding value of silage. *Grass Forage Sci.* 53, 326–337.
- Laidlaw 1980. The effects of nitrogen fertilizer applied in spring on swards of ryegrass sown with four cultivars of white clover. *Grass Forage Sci.* 35, 295–299.
- Lalor S.T.J., Schröder J.J., Lantinga E.A., Oenema O., Kirwan L. & Schulte R.P.O., 2011. Nitrogen fertilizer replacement value of cattle slurry in grassland as affected by method and timing of application. *J. Environ. Qual.* 40, 362–373.
- Lauber K., Wagner G. & Gygax A., 2012. *Flora Helvetica – Flore illustrée de Suisse*. Haupt Verlag, Berne.
- Lazzarotto P., Calanca P., Semenov M. & Fuhrer J., 2010. Transient responses to increasing CO₂ and climate change in an unfertilized grass-clover sward. *Climate Res.* 41, 221–232.
- Lehmann J., Rosenberg E. & und Briner H.-U., 2001. Modell für die Berechnung des Ertrages von Klee-Gras-Mischungen. *Agrarforsch.* 8 (9), 364–369.
- Liebisch F., Bünemann E. K., Huguenin-Elie O., Jeangros B., Frossard E. & Oberson A., 2013. Plant phosphorus nutrition indicators evaluated in agricultural grasslands managed at different intensities. *Eur. J. Agron.* 44, 67–77.
- Mathot M., Mertens J., Verlinden G., Lambert R., 2008. Positive effects of sulphur fertilisation on grasslands yields and quality in Belgium. *Eur. J. Agron.* 28, 655–658.
- Mathot M., Théliér-Huché L. & Lambert R., 2009. Sulphur and nitrogen content as sulphur deficiency indicator for grasses. *Eur. J. Agron.* 30, 172–176.
- Meisser M., Deléglise C., Mosimann E., Signarbieux C., Mills R., Schlegel P., Buttler A. & Jeangros B., 2013. Effets d’une sécheresse estivale sévère sur une prairie permanente de montagne du Jura. *Rech. Agron. Suisse* 4 (11–12), 476–483.
- Messiga A. J., Ziadi N., Bélanger G. & Morel C., 2014. Relationship between soil phosphorus and phosphorus budget in grass swards with varying nitrogen applications. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 78, 1481–1488.
- Moir J. L., Edwards G. R. & Berry L. N., 2013. Nitrogen uptake and leaching loss of thirteen temperate grass species under high N loading. *Grass Forage Sci.* 68, 313–325.
- Mosimann E., 2005. Caractéristiques des pâturages pour vaches laitières dans l’ouest de la Suisse. *Rev. suisse Agric.* 37 (3), 99–106.
- Mosimann E., Deléglise C., Demenga M., Frund D., Sinaj S. & Charles R., 2013. Disponibilité en eau et production fourragère en zone de grandes cultures. *Rech. Agron. Suisse* 4 (11–12), 468–475.
- Mosimann E., Meisser M., Deléglise C. & Jeangros B., 2012. Potentiel fourrager des pâturages du Jura. *Rech. Agron. Suisse* 3 (11–12), 516–523.
- Nevens F. & Rehuel D., 2003. Effects of cutting or grazing grass swards on herbage yield, nitrogen uptake and residual soil nitrate at different levels of N fertilization. *Grass Forage Sci.* 58, 431–449.
- Nguyen M. L. & Goh K. M., 1994. Sulphur cycling and its implications on sulphur fertilizer requirements of grazed grassland ecosystems. *Agr. Ecosyst. Environ.* 49, 173–206.
- Nyfelner D., Huguenin-Elie O., Suter M., Frossard E. & Lüscher A., 2011. Grass-legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources. *Agr. Ecosyst. Environ.* 140, 155–163.
- Nyfelner D., Huguenin-Elie O., Suter M., Frossard E., Connolly J. & Lüscher A., 2009. Strong mixture effects among four species in fertilized agricultural grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding. *J. Appl. Ecol.* 46, 683–691.
- Pauthenet Y., Roumet, J. P., Neyroz A., 1994. Influence de la fertilisation azotée sur la végétation de prairies de fauche en vallée d’Aoste (Italie). *Fourrages* 139, 375–378.
- Peyraud J.-L., Cellier P., Donnars C. & Réchauchère O. (éditeurs), 2012. *Les flux d’azote liés aux élevages, réduire les pertes, rétablir les équilibres*. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA (France). 68 pp.
- Philipp A., Huguenin-Elie O., Flisch R., Gago R., Stutz C., Kessler W. & Sinaj S., 2004. Einfluss der Phosphordüngung auf eine Fromentalwiese. *Agrarforsch.* 11 (3), 86–91.
- Python P., Boessinger M. & Buchmann M., 2010. Teneur moyenne en minéraux majeurs des fourrages secs ventilés selon l’altitude et la situation géographique. *ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung* 33, 159–162.
- Reid D., 1978. The effects of frequency of defoliation on the yield response of a perennial ryegrass sward to a wide range of nitrogen application rates. *J. Agr. Sci., Cambridge* 90, 447–457.
- Reid D., 1980. The effects of rates of potassium application on the production and quality of herbage from a perennial ryegrass sward receiving a wide range of nitrogen rates. *J. Agr. Sci., Cambridge* 95, 83–100.
- Reinbott T. M. & Blevins D. G., 1997. Phosphorus and magnesium fertilization interaction with soil phosphorus level: Tall fescue yield and mineral element content. *J. Prod. Agric.* 10, 260–265.
- Roger A., Libohova Z., Rossier N., Joost S., Maltas A., Frossard E. & Sinaj S., 2014. Spatial variability of soil phosphorus in the Fribourg canton, Switzerland. *Geoderma* 217–218, 26–36.
- Salette J. & Huché L., 1991. Diagnostic de l’état de nutrition minérale d’une prairie par l’analyse de végétal: principes, mis en oeuvre, exemples. *Fourrages* 125, 3–18.
- Schärer M., Stamm C., Vollmer T., Frossard E., Oberson A., Flüher H. & Sinaj S., 2007. Reducing phosphorus losses

- from over-fertilized grassland soils proves difficult in the short term. *Soil Use Manage.* 23 (Suppl. 1), 154–164.
- Schlegel P. & Kessler J., 2015. Minéraux et vitamines. Dans: Apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive pour les ruminants (Livre vert), chapitre 4, Ed. Agroscope, Posieux. Link: www.agroscope.admin.ch
- Schlegel P., Wyss U., Arrigo Y. & Hess H.-D., 2016. Mineral concentrations of fresh herbage from mixed grassland as influenced by botanical composition, harvest time and growth development. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 219, 226–233.
- Sieber R., 2011. Zusammensetzung von Milch und Milchprodukten schweizerischer Herkunft. ALP Science n°538, Agroscope, Berna. 40 pp.
- Smith G. S., 1985. Critical leaf concentrations for deficiencies of nitrogen, potassium, phosphorus, sulphur, and magnesium in perennial ryegrass. *New Phytol.* 101, 393–409.
- Stamm C., Flühler H., Gächter R., Leuenberger J. & Wunderli H., 1998. Preferential transport of phosphorus in drained grassland soils. *J. Environ. Qual.* 27, 515–522.
- Stroia C., 2007. Etude de fonctionnement de l'écosystème prairial en conditions de nutrition N et P sub limitantes. Application au diagnostic de nutrition. Thèse de doctorat Nn°2446, Institut National Polytechnique de Toulouse.
- Suter D., Rosenberg E., Mosimann E. & Frick R., 2017. Standardmischungen für den Futterbau. Revision 2017–2020. *Agrarforsch. Schweiz* 8 (1), 1–16.
- Thalmann H., 1985. Wirkung belüfteter und unbelüfteter Rindergülle unter Schnitt und Beweidung auf Dauergrünland. Diss. Università tecnica di Monaco (TUM).
- Thomet P., Stettler M., Hadorn M. & Mosimann E., 2008. Pâturages: production pilotée par la fumure azotée. *Rev. suisse Agric.* 40 (1), 41–45.
- Troxler J., Ryser J. P. & Jeangros B., 2008. Influence des déjections bovines sur un gazon de graminées cultivé en lysimètres. *Rev. suisse Agric.* 40 (6), 259–265.
- Unkovich M. J., Baldock J. & Peoples M. B., 2010. Prospects and problems of simple linear models for estimating symbiotic N₂ fixation by crop and pasture legumes. *Plant Soil* 329, 75–89.
- Whitehead D. C., 2000. Nutrient elements in grassland: soil-plant-animal relationships. CAB International, Wallingford, GB. pp 369.
- White-Leech R., Liu K., Sollenberger L.E., Woodard K.R. & Interrante S.M., 2013. Excreta deposition on grassland patches. I. Forage harvested, nutritive value, and nitrogen recovery. *Crop Sci.* 53, 688–695.
- Williams P. H. & Haynes R. J., 1994. Comparison of initial wetting pattern, nutrient concentrations in soil solution and the fate of ¹⁵N labelled urine in sheep and cattle urine patch areas of pasture soil. *Plant Soil* 162, 49–59.
- Williams P. H. & Haynes R. J., 1995. Effect of sheep, deer and cattle dung on herbage production and soil nutrient content. *Grass Forage Sci.* 50, 263–271.
- Wyss U. & Kessler J., 2002. L'intensité d'exploitation des prairies influence la teneur en minéraux de l'herbe. *Rev. suisse Agric.* 9, 292–297.
- Zimmermann M., Koch B., Kessler W. & Besson J. M., 1997. Der Güllezeitpunkt entscheidet über die N-Wirkung. *Agrarforsch.* 4 (3), 133–136.

12. Indice delle tabelle

| | |
|--|------|
| Tabella 1a. Relazione tra altitudine (m) e potenziale di resa media annua (q SS/ha) delle superfici prative in funzione del tipo e dell'intensità di sfruttamento. | 9/4 |
| Tabella 1b. Esempi di stima della resa media annua raccolta sulle superfici prative in funzione del tipo e dell'intensità di sfruttamento, nonché dell'altitudine; stime eseguite utilizzando le equazioni illustrate nella tabella 1a. | 9/5 |
| Tabella 2. Tenori in macroelementi delle superfici prative con composizione botanica equilibrata in funzione del tipo e dell'intensità di sfruttamento. | 9/6 |
| Tabella 3a. Prelievi annui e concimazione raccomandata in kg di N, P, K e Mg per unità di SS prodotta sulle superfici prative in funzione del tipo e dell'intensità di sfruttamento. | 9/6 |
| Tabella 3b. Esempi di concimazione raccomandata in kg di N, P, K e Mg per ettaro e anno, calcolata secondo le raccomandazioni della tabella 3a per le rese medie indicative riportate nella tabella 1b, in funzione del tipo e dell'intensità di sfruttamento. | 9/7 |
| Tabella 4. Rapporto tra prelievi e concimazione raccomandata per P, K e Mg in funzione del tipo e dell'intensità di sfruttamento delle superfici prative. | 9/9 |
| Tabella 5. Restituzioni in kg di P, K e Mg occasionate da ogni pascolo nel caso di prati concimati e pascolati saltuariamente (sfalcio-pascolo). Le restituzioni vanno dedotte dalla concimazione raccomandata e valgono per un pascolo medio di circa 15 q SS/ha (resa consumata). | 9/9 |
| Tabella 6. Prelievi annui e concimazione raccomandata in kg di N, P, K e Mg per miscele di graminacee e leguminose utilizzate come colture intercalari, semine estive di prati temporanei e superfici prative destinate alla produzione di sementi di graminacee e leguminose foraggere in purezza. | 9/10 |
| Tabella 7. Concimazione N raccomandata in funzione del tipo di superficie prativa, del tipo di sfruttamento (sfalcio o pascolo) e dell'intensità di gestione. | 9/11 |
| Tabella 8. Concimazione raccomandata in funzione dell'interpretazione degli indici di nutrizione fosfatico e potassico. | 9/15 |

13. Indice delle figure

| | |
|---|------|
| Figura 1. Intensità di gestione delle superfici prative in funzione dell'intensità di sfruttamento e del livello di concimazione (in particolare della concimazione azotata). | 9/3 |
| Figura 2. Le rese riportate nelle tabelle 1a e 1b sono al netto delle perdite che avvengono in campo, durante le lavorazioni e la raccolta del foraggio prativo; non così per le perdite di conservazione (insilamento, fieno ventilato, fieno imballato). | 9/8 |
| Figura 3. Nelle zone sfavorevoli alla crescita delle graminacee capaci di valorizzare grandi quantità di N, una concimazione N eccessiva favorisce la proliferazione di «altre erbe» nitrofile con fusti grossolani (in questo caso: <i>Heracleum sphondylium</i> L.). | 9/10 |
| Figura 4. Influenza della concimazione sulle rese e sui tenori in N, P, K e Mg di un prato da sfalcio. I risultati si riferiscono a 9 anni di confronti tra differenti concimazioni. Questa prova di concimazione è stata eseguita su un prato permanente, gestito intensivamente, dominato dal loglio italico (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) e situato a Hohenrain (610 m d'altitudine, 1100 mm di precipitazioni annue). All'inizio della prova, lo stato di fertilità del suolo era sufficiente per P e K. La resa relativa rappresenta il livello di resa rispetto alla resa massima. | 9/12 |

14. Allegato

Allegato della tabella 2. Tenori in P_2O_5 e K_2O delle superfici prative con composizione botanica equilibrata in funzione del tipo e dell'intensità di sfruttamento (secondo Agroscope 2015b e considerando che l'epoca di sfruttamento è posticipata quando l'intensità di sfruttamento diminuisce).

| Tipo e intensità di sfruttamento | Tenore in macroelementi (kg/q di SS) | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| | P_2O_5 | | K_2O | |
| | Ø ¹ | Intervallo ² | Ø ¹ | Intervallo ² |
| Prato | | | | |
| Intensivo | 0,82 | 0,71–0,96 | 3,6 | 3,0–4,1 |
| Mediamente intensivo | 0,76 | 0,64–0,89 | 3,3 | 2,8–3,7 |
| Poco intensivo | 0,64 | 0,53–0,78 | 2,5 | 2,0–3,1 |
| Estensivo | 0,53 | 0,41–0,64 | 1,7 | 1,2–2,2 |
| Pascolo | | | | |
| Intensivo | 0,89 | 0,78–1,03 | 3,7 | 3,3–4,3 |
| Mediamente intensivo | 0,82 | 0,71–0,96 | 3,5 | 3,0–4,1 |
| Poco intensivo | 0,71 | 0,60–0,85 | 3,0 | 2,5–3,5 |
| Estensivo | 0,62 | 0,50–0,76 | 2,4 | 1,9–2,9 |

¹ Valori medi tra la prima ricrescita primaverile e le ricrescite successive, ponderate secondo il peso percentuale della resa della prima ricrescita primaverile.

² Intervalli che descrivono la dispersione dei valori misurati più frequentemente.

