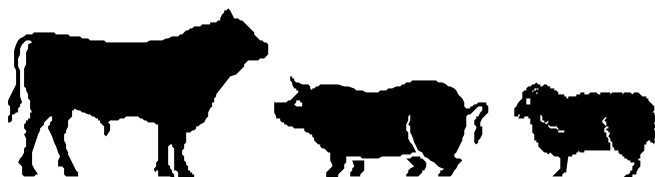


**ISTITUTO TECNICO AGRARIO "DUCA DEGLI ABRUZZI"**



**ZOOTECNIA E SCIENZE  
DELLA PRODUZIONE  
ANIMALE**

# **GLI ALIMENTI PER IL BESTIAME E LA LORO VALUTAZIONE**

**Dispensa per lo studente della quarta classe del corso ordinario  
sezioni "C" e "D". Parte del programma del corso di Zootecnia.**

A cura di Marcello Mundula, docente di Zootecnia e  
tecniche di produzione animale, Istituto Tecnico Agrario  
"Duca degli Abruzzi", Elmas (CA).

# 1. VALUTAZIONE DEGLI ALIMENTI.

## Generalità.

La valutazione degli alimenti per il bestiame comprende principalmente esami oggettivi, da compiersi in laboratorio; ma non bisogna dimenticare che un buon tecnico deve essere in grado di farsi una prima idea della qualità e della riuscita di alcuni alimenti (insilati, fieni) attraverso un esame di caratteristiche meno definibili oggettivamente: l'odore, il colore, la fogliosità e talvolta perfino il sapore. Gli esami di laboratorio riguardano generalmente la **composizione chimica**, la **digeribilità (d)** dell'alimento, il **Valore Biologico (V.B.) delle proteine** in esso contenute, la quantità di **vitamine e sali minerali**, l'**eccedente acido\basico**, lo **stato di conservazione**.

## Contenuto in vitamine e sali minerali ed eccedente acido/basico.

Per quanto riguarda il **contenuto vitaminico** di un alimento, esso assume importanza soprattutto per le vitamine liposolubili (A, D, E, K), dato che quelle idrosolubili (gruppo B) sono presenti in sufficienti quantità negli alimenti vegetali e inoltre vengono sintetizzate dalla microflora ruminale o intestinale e rese disponibili per l'animale. Tuttavia vi sono alcuni casi nei quali l'apporto vitaminico, soprattutto in V. liposolubili ma talvolta anche in idrosolubili, potrebbe non essere corretto, e pertanto può rendersi necessaria un'integrazione con alimenti che ne sono ben dotati o con appositi integratori. L'apporto in **elementi minerali** è normalmente garantito dall'alimentazione verde; in taluni casi può rendersi necessario mettere a disposizione degli animali del sale (sale pastorizio, NaCl) o integrare la razione con appositi **integratori minerali** che contengano una gran varietà di macro- e microelementi (generalmente si tratta d'integratori minerali e vitaminici, da aggiungere ai mangimi o alla razione in mangiatoia). L'**eccedente acido/basico** è il risultato della differenza tra elementi **acidogeni** (cloro, zolfo, fosforo) e **alcalogeni** (sodio, potassio, calcio), espressa in equivalenti

chimici per Kg di sostanza secca della razione. La razione alimentare dovrebbe sempre essere dotata di un lieve eccedente basico, per evitare l'acidosi del sangue e dei tessuti.

## Analisi chimica degli alimenti.

L'analisi chimica standard degli alimenti per il bestiame riguarda parametri specifici, che servono per individuare quantità e qualità dei principi nutritivi contenuti nell'alimento. Affinché i risultati delle analisi, le quali sono attuate su piccole quantità di alimento, siano riferibili a tutta la partita da cui proviene il campione, è necessario che il campionamento sia effettuato con grande cura, seguendo le norme CEE ed ASPA<sup>1</sup>. Le analisi solitamente effettuate sono:

UMIDITÀ	U%	
PROTIDI GREZZI	PG%	(METODO KJELDAHL)
LIPIDI GREZZI (ESTRATTO ETereo)	LG%	(METODO SOXHLET)
FIBRA GREZZA (CELLULOSA GREZZA)	FG%	(METODO WEENDE)
CENERI	C%	
ESTRATTIVI INAZOTATI	EI%	(PER DIFFERENZA)
FRAZIONI FIBROSE	NDF, ADF, ADL	(METODO VAN SOEST)
ALTRE ANALISI (AMIDO, ZUCCHERI ETC.)		

L'**umidità** di un alimento, cioè la percentuale d'acqua in esso presente, si determina facendo la differenza tra due pesate: la prima riguarda l'alimento umido, la seconda, quello secco. L'alimento va macinato prima dell'essiccazione in stufa. La temperatura di essiccazione varia secondo il tipo di alimento da 65°C (foraggi) per 24-36 ore, a 103°C, fino a 130°C per 4 ore (mangimi diversi). L'umidità percentuale si ottiene dalla relazione:

---

<sup>1</sup>Associazione Scientifica Produzioni Animali, la cui Commissione di Valutazione Alimenti ha elaborato norme e raccomandazioni per il campionamento e per l'analisi.

$$U\% = (P1-P2)/P1 \times 100,$$

dove **P1 = peso umido**, **P2 = peso secco**.

La differenza  $100-U\% = \text{S.S.\%},$

rappresenta la **sostanza secca** dell'alimento.

La differenza  $\text{S.S.\%} - \text{C\%} = \text{S.O.\%},$

rappresenta la **sostanza organica** dell'alimento (dove C% è il contenuto in ceneri dell'alimento).

Essa è anche uguale a: **S.O. = PG+LG+FG+EI.**

I **protidi grezzi** rappresentano il contenuto proteico dell'alimento; l'aggettivo "grezzi" deriva dal fatto che nel computo di questo parametro si considerano proteine anche altre sostanze azotate non proteiche. Si determinano moltiplicando l'azoto totale (**N**), ottenuto con il metodo Kjeldahl, per il coefficiente stechiometrico 6,25. L'analisi dell'**N<sub>tot</sub>** secondo Kjeldahl si basa sulla trasformazione di tutto l'azoto presente, in qualunque forma, nell'alimento, in solfato ammonico [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>]; in pratica si fa bollire una quantità nota di alimento con acido solforico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrato fino ad ottenere una soluzione limpida. In essa si determina poi l'**N** per titolazione. Il coefficiente 6,25 è stato scelto ipotizzando per tutte le proteine vegetali un tenore medio in N del 16% (100/16 = 6,25). In realtà, parte dell'**N** presente nei foraggi non è di natura proteica, ma deriva da N inorganico e da N organico non proteico (aminoacidico, amminico, ureico etc.)<sup>2</sup>. Tuttavia, la maggior parte del NPN, trattandosi di quantità molto piccole, viene utilizzata nel metabolismo, soprattutto nei ruminanti, e quindi non è alterato il significato nutrizionale dei protidi grezzi. La percentuale di Protidi Grezzi dell'alimento sarà data dalla relazione: **PG% = PG/P<sub>a1</sub> x 100**, dove PG è la quantità in grammi di protidi grezzi ottenuta all'analisi, e P<sub>a1</sub> è il peso dell'alimento di partenza.

I **lipidi grezzi** vengono anche denominati **Estratto eterico (EE)** in quanto il metodo di analisi (Soxhlet) prevede l'estrazione di

---

<sup>2</sup>nel complesso l'**N** non proteico viene denominato NPN.

questa componente con etere di petrolio. Oltre ai lipidi veri e propri verranno estratte pertanto altre sostanze solubili in etere, come vitamine, pigmenti, cere etc. Si fa attraversare l'alimento dall'etere bollente (50°C ca.) in modo che esso ne estragga la frazione solubile. L'etere viene poi raccolto ed evaporato ed il residuo solido rimanente costituisce la frazione cercata. La percentuale di lipidi grezzi si determina con lo stesso calcolo visto per i protidi.

Si denomina **fibra grezza (o cellulosa grezza)** quanto resta dell'alimento dopo il trattamento messo a punto da Weende. Un peso noto di alimento viene portato ad ebollizione con acido solforico diluito per 30 min.; dopo lavaggio con acqua distillata, si esegue un secondo trattamento con idrossido di sodio o potassio (NaOH, KOH) diluiti bollenti, sempre per 30 min. Dopo lavaggio e filtrazione, il residuo viene essiccato e pesato, ottenendo la frazione FG. La percentuale viene determinata con il consueto calcolo. La fibra grezza dovrebbe corrispondere all'insieme dei componenti della parete cellulare:

#### COMPONENTI DELLA PARETE CELLULARE

CARBOIDRATI STRUTTURALI: CELLULOSA, EMICELLULOSE, (PECTINE)
COMPONENTI NON GLUCIDICI: LIGNINA, CUTINA, SILICE

Le **pectine** però sono solubili in acqua calda, pertanto non si ritrovano nel residuo. La **silice**, che non fa parte della fibra, andrebbe detratta dal residuo. Infine, una parte variabile ma piuttosto elevata di **lignina**, emicellulose e cellulosa viene disciolta dal trattamento Weende, pertanto il risultato dell'analisi è inferiore al reale tenore in fibra di un alimento. L'analisi fornisce risultati molto variabili anche per uno stesso alimento se ripetuta più volte, e l'errore che si commette si ripercuote sulla quantità di estrattivi inazotati, che vengono ricavati per differenza, i quali vengono quindi sovrastimati.

Tuttavia è semplice da attuare, e molte formule sono ancora basate su di esso.

Un metodo che fornisce maggiori informazioni è il **metodo delle frazioni fibrose o di Van Soest**. Esso consiste nella determinazione analitica di tre parametri:

a) **fibra residua al detergente neutro (NDF)**, ottenuta trattando l'alimento macinato con una soluzione contenente un detergente neutro, e portando il tutto all'ebollizione per un'ora. Il residuo si essicca e si pesa, si detraggono le ceneri, lo si rapporta al peso iniziale e si ottiene la NDF%. Tale frazione comprende tutti i componenti della parete cellulare ad eccezione delle pectine, che vengono facilmente disciolte;

b) **fibra residua al detergente acido (ADF)**, ottenuta con trattamento dell'alimento macinato con una soluzione di detergente in acido solforico diluito. Si porta all'ebollizione per un'ora e poi si procede come per la NDF. In questa frazione si ritrovano lignina, cellulosa, cutina e silice, perciò la differenza NDF-ADF ci dà una stima delle emicellulose;

c) **lignina (ADL)**, che si ottiene in seguito al trattamento dell'ADF con acido solforico concentrato a freddo per 3 ore. Il residuo (detratte le ceneri) costituisce la lignina. La differenza tra NDF e ADL, diminuita delle emicellulose (NDF-ADF), ci dà una stima della cellulosa. Il metodo Van Soest, oltre a fornire maggiori informazioni, dà risultati costanti anche se applicato più volte sullo stesso alimento, a differenza del metodo Weende.

Le **ceneri** sono costituite dai sali minerali presenti nell'alimento. Si determinano semplicemente per incenerimento di un'aliquota di alimento in muffola a 550°C.

Gli **estrattivi inazotati** sono costituiti da tutte le sostanze presenti nell'alimento non dosate con le analisi precedenti, dato che, come si è detto, vengono ricavati eseguendo la differenza:

$$\text{E.I.} = 100 - (\text{U} + \text{PG} + \text{FG} + \text{LG} + \text{C}).$$

È evidente che si tratta per lo più di **glucidi non strutturali**, come amido e zuccheri semplici, e di **pectine**, ma la frazione comprende anche altre sostanze diverse purché **prive di N** (in quanto le sostanze azotate vengono incluse nella PG).

## **Digeribilità.**

Si definisce **coefficiente di digeribilità (d)** di un alimento il **rapporto percentuale tra la quantità di sostanze nutritive assorbite nell'intestino e la quantità delle stesse sostanze contenute nell'alimento** (grezze). La conoscenza di tale coefficiente è fondamentale, dato che tutte le sostanze nutritive, ad eccezione di pochissime, quali, ad esempio, gli zuccheri più semplici, non vengono mai digerite totalmente, ma una parte più o meno grande di esse si ritrova nelle feci. Vi è dunque una perdita del valore nutritivo potenziale dell'alimento di partenza. La digeribilità si determina direttamente tramite un bilancio sugli animali vivi (dig. "in vivo") oppure in laboratorio (dig. "in vitro"). In pratica si ricava il coefficiente di digeribilità **d** per ciascuna sostanza nutritiva: protidi, lipidi, fibra ed estrattivi inazotati.

La digeribilità della sostanza organica dipende da **fattori genetici e alimentari**. Sono fattori genetici: **specie, razza, sesso, età e caratteristiche individuali** dell'animale considerato; i fattori alimentari riguardano invece l'alimento: **composizione chimica** (in particolare, come si è detto, il tenore in FG), **trattamenti subiti** [fisici (calore), chimici (idrolisi acida o basica), meccanici (trinciatura<sup>3</sup>, macinazione)], **quantità ingerita**. Per quanto riguarda in particolare la composizione chimica, **Leroy** ha stabilito i coefficienti di digeribilità di PG, LG, FG, ed EI **sulla base del contenuto in FG dell'alimento**: all'aumentare della percentuale di FG diminuisce la digeribilità della sostanza organica. Questo perché la fibra grezza, rivestendo come un guscio le cellule vegetali, impedisce o limita l'utilizzazione dei principi nutritivi in esse contenuti.

---

<sup>3</sup>la trinciatura è un'operazione che consiste nel taglio del foraggio in frammenti lunghi pochi centimetri, consentendo una migliore miscelazione con altri alimenti ed una utilizzazione con meno sprechi.

## Valore biologico delle proteine.

Le proteine alimentari hanno la funzione di fornire all'animale gli aminoacidi che utilizzerà per costruire le proprie proteine specifiche. Gli aminoacidi (AA) si dividono in **essenziali e non essenziali**; i primi devono essere necessariamente presenti nella dieta, i secondi possono essere sintetizzati dal fegato, a partire da quelli essenziali, attraverso processi enzimatici come la **transaminazione**. Entro certi limiti, quindi, la presenza degli AA non essenziali negli alimenti ingeriti non è indispensabile. Il **valore biologico (V.B.) di una proteina** rappresenta il suo **grado d'utilizzazione nel metabolismo**, e dipende strettamente dal suo contenuto in AA essenziali. Il V.B. si stima sulla base della percentuale d'impiego nell'accrescimento dei ratti della proteina considerata: le proteine dell'uovo hanno un V.B. prossimo a 100 (100% di utilizzazione nell'accrescimento), mentre alcuni vegetali presentano un V.B. poco superiore a 50. Se per i monogastrici il V.B. riveste notevole importanza, per i ruminanti è un parametro di scarso significato, in quanto le proteine sono degradate per la maggior parte dalla microflora ruminale. In tal modo si avrà la produzione di proteine batteriche, di gas di fermentazione, di  $\text{NH}_3$  e di AGV. I batteri, e i protozoi che di essi si cibano, vengono anch'essi digeriti, alla loro morte, nel tratto gastrointestinale, e le proteine microbiche sono quindi utilizzate gradualmente dal ruminante. Queste proteine hanno una certa costanza nella composizione aminoacidica, e ciò fa sì che non si abbiano in genere problemi di carenza di AA essenziali nei ruminanti. Diverso è però il discorso per le **proteine BY-PASS**, dato che, per definizione, queste passano inalterate attraverso il rumine e subiscono la digestione gastroenterica come nei monogastrici. Alcuni trattamenti chimici e fisici sulle proteine sono in grado di aumentarne la quota by-pass, permettendone la digestione gastroenterica. Se questo fenomeno fosse ben conosciuto potrebbe trovare applicazione pratica nell'aumento della quantità di AA essenziali che pervengono all'assorbimento intestinale.



## 2. GLI ALIMENTI PER IL BESTIAME

### I FORAGGI VERDI.

#### Generalità.

I foraggi verdi, o erbe, sono alimenti costituiti da essenze erbacee, o parti erbacee di piante, utilizzate direttamente dagli animali. Le loro caratteristiche generali sono l'elevato contenuto in **umidità**, un moderato tasso di **fibra grezza** e un discreto **valore nutritivo**, più alto della media dei foraggi. L'erba è un alimento di ottima qualità e, per i **ruminanti**, l'alimento per eccellenza. Tuttavia, data la grande produttività in generale raggiunta dagli animali domestici, è ormai quasi sempre necessario integrare la dieta erbacea con dosi più o meno elevate di concentrati, e questo, per i ruminanti, comporta necessariamente anche la somministrazione di foraggi fibrosi.

#### Utilizzazione dell'erba.

L'erba allo stato fresco può essere utilizzata dagli animali direttamente, tramite il **pascolamento**, o tramite **sfalcio e somministrazione** in mangiatoia.

In entrambi i casi, l'**epoca di utilizzazione** deve essere scelta accuratamente, in quanto la qualità dell'erba è strettamente legata allo **stadio fenologico**<sup>4</sup> ed allo sviluppo della pianta. Infatti, se consideriamo le **essenze annue**, la **lignificazione** degli steli è tanto maggiore quanto più avanzata è l'età della piantina, pur variando con la specie erbacea e la varietà. Ovviamente, tale fenomeno riduce notevolmente non solo l'**appetibilità** della pianta, e quindi l'**ingestione**<sup>5</sup> da parte degli animali, ma anche la **digeribilità** della sostanza organica dell'erba. Se addirittura si va a considerare lo stadio della **granigione**, le piantine presentano

---

<sup>4</sup>stadio di sviluppo della pianta caratterizzato da una qualche particolarità tipica e standard (es.: fioritura, spigatura, granigione etc.).

<sup>5</sup>in zootecnica, è la quantità di sostanza secca che l'animale ingerisce volontariamente nelle ventiquattro ore.

gli steli ormai quasi totalmente lignificati e la quasi totalità dei principi nutritivi si va localizzando nei semi. Di conseguenza, da un punto di vista strettamente alimentare, non si tratta più di erba o foraggio ma di granello mista a paglia (quest'ultima per lo più rifiutata dagli animali, che si cibano esclusivamente o quasi degli apici). Le piantine giovani, invece presentano maggiori percentuali di umidità, di **proteina digeribile** sulla sostanza secca e una digeribilità ed un'appetibilità considerevolmente maggiori. Per quanto riguarda le **essenze poliennali** il discorso è parzialmente diverso, in quanto esse tendono a lignificare in misura inferiore rispetto alle specie annuali. Inoltre, è chiaro che, alla formazione dei semi, non tutte le riserve nutritive saranno traslocate verso gli apici. Tuttavia anche in queste essenze la qualità decade più o meno fortemente e rapidamente all'avanzare dello sviluppo. D'altro canto, la quantità di sostanza secca per unità di superficie è tanto più elevata quanto più lo stadio è avanzato, fino ad arrestarsi al termine del ciclo. Dunque una raccolta precoce della pianta fornisce erba di buona qualità ma in quantità limitate.

A causa delle considerazioni su esposte, un taglio **troppo precoce**, oltre a fornire limitate quantità di sostanza secca per unità di superficie, può compromettere lo sviluppo del cotico, danneggiando le piantine non ancora ben radicate o esaurendone le riserve glucidiche indispensabili per un buon **ricaccio**<sup>6</sup>. Conseguenza immediata sarà pertanto il ritardo del ricaccio stesso, o addirittura il suo mancato verificarsi. Un'utilizzazione **troppo tardiva**, per contro, pur aumentando la sostanza secca totale prodotta per unità di superficie, genera notevoli sprechi da parte degli animali al pascolo, per **calpestio** o **rifiuto** delle piante già lignificate, e riduce notevolmente la qualità della massa verde e, di conseguenza, il **valore nutritivo** complessivo dell'erba. Esiste un **momento ottimale d'utilizzazione**, dato dal **compromesso** tra l'opportunità di utilizzare la piantina ancora giovane, e quindi qualitativamente migliore, e la necessità economica e tecnica di avere una buona produzione di erba per unità di superficie. La corretta gestione del prato o dell'erbaio consiste soprattutto

---

<sup>6</sup>l'emissione di nuovi germogli dopo il taglio o il pascolamento.

nell'evitare un'utilizzazione troppo precoce, favorendo così il ricaccio, e una troppo tardiva, per evitare sprechi e avere un'erba di buona qualità.

In generale, le **condizioni ottimali per l'utilizzazione** si verificano quando le piantine raggiungono un'altezza dal suolo di circa **15-25 centimetri**, secondo le essenze, con interruzione dello sfalcio o del pascolamento a completa rasatura del cotico (ca. **5 cm di altezza uniforme**) e deve essere previsto un intervallo di tempo nell'utilizzazione dello stesso appezzamento pari a circa **15-30 gg**, secondo il periodo dell'anno ed il clima, in modo tale da consentire alla piantina un ricaccio adeguato dopo un certo periodo di fotosintesi. Al termine di tale periodo, infatti, il cotico avrà raggiunto nuovamente l'altezza e lo sviluppo ottimali.

## **Il pascolamento.**

Si definisce **pascolo** un'estensione di terreno nel quale gli animali utilizzano direttamente l'erba presente. Si tratta per lo più di colture permanenti, sulle quali non sono normalmente attuati interventi di nessun genere. Qualora il pascolo sia in parte o interamente sfalciabile, si definisce prato-pascolo. Si tratta di situazioni poco diffuse in Sardegna, dove prevale il pascolo naturale senza nessuna cura colturale, quasi sempre degradato o in via di degrado a causa dell'errata tecnica e dell'eccessiva **pressione**<sup>7</sup> di pascolamento.

Il **pascolamento** è l'utilizzazione diretta dell'erba del pascolo da parte degli animali.

La **prensione** dell'erba avviene con modalità diverse secondo la specie, soprattutto tra ruminanti (privi di incisivi superiori) e monogastrici. In particolare, ovini e soprattutto caprini sono in grado di selezionare notevolmente gli alimenti, e quindi anche l'erba, con l'azione delle labbra, mentre i bovini, a causa della conformazione del labbro superiore, compiono la prensione

---

<sup>7</sup>carico di bestiame rispetto alla potenzialità produttiva del pascolo.

servendosi della lingua, e non sono in grado di effettuare una scelta.

Nelle condizioni del **pascolamento naturale o libero**, gli animali esercitano una notevole pressione sulle essenze da essi maggiormente gradite, pascolandole con intensità superiore, mentre utilizzano in minima parte le essenze non **pabulari**<sup>8</sup>; in tal modo avvantaggiano queste ultime, che possono portare a termine indisturbate il proprio ciclo e andare a seme o propagarsi vegetativamente nella maniera ottimale. Il risultato di questo insieme di condizioni è il degrado lento, costante ed inesorabile dei cotici erbosi, come si osserva purtroppo nella maggior parte delle zone a pascolo della Sardegna, con l'invasione di infestanti erbacee poliennali e arbustive ed il diradamento delle essenze pabulari.

Vi sono essenzialmente due tecniche che consentono di limitare i danni e mantenere l'equilibrio tra essenze pabulari ed infestanti: l'attuazione di **sfalci di pulizia** e l'adozione del **pascolamento turnato** con un elevato **carico di bestiame**<sup>9</sup> **nell'unità di tempo** per pochi giorni.

La tecnica degli **sfalci di pulizia** consiste nel passare con la falciatrice nell'appezzamento a pascolo dopo ogni pascolata; ciò impedisce alle essenze non pabulari di prendere il sopravvento e mantiene un sufficiente equilibrio tra le varie specie erbacee. Per contro, tale metodo presenta numerosi svantaggi, principalmente dovuti agli alti costi di gestione del pascolo e all'impossibilità di utilizzare la falciatrice in condizioni difficili dal punto di vista della pietrosità e della giacitura dei suoli.

La tecnica del **pascolamento turnato**, accoppiata all'adozione di elevati carichi istantanei di bestiame, può essere anche definita **pascolamento razionale**. Consiste nella suddivisione del pascolo in appezzamenti di dimensioni tali che in essi in 2-3 giorni il bestiame effettui la rasatura del cotico erboso senza possibilità

---

<sup>8</sup>il termine "pabulare" si riferisce ad un'essenza utilizzabile volontariamente e senza problemi da parte degli animali e ad essi gradita.

<sup>9</sup>il carico di bestiame è la quantità di capi che insiste sulla superficie considerata; in questo caso andrebbe considerato il **carico istantaneo** cioè il numero di capi presente sull'appezzamento nell'unità di tempo.

di selezione tra le essenze erbacee; il numero degli appezzamenti dovrebbe essere tale da consentire che il gregge o la mandria passi, dopo il **turno**<sup>10</sup> stabilito, da una parcella ad un'altra, e torni su uno stesso appezzamento non prima di venti giorni dopo il turno precedente (il tempo è comunque variabile in dipendenza della stagione, dell'andamento termico e delle precipitazioni). E' chiaro che queste condizioni non sempre sono adeguate a sostenere elevati livelli produttivi, soprattutto nel caso di pecore in lattazione; le vacche da latte, invece, ormai di rado sono avviate al pascolo, adottandosi nella generalità dei casi la tecnica alimentare dell'**unifeed**<sup>11</sup>. In pratica, sarà opportuno spostare le pecore in lattazione prima che il cotico risulti esaurito, e sostituire ad esse, per concludere il turno, le pecore giovani e in **asciutta**<sup>12</sup>, i maschi, o altro bestiame con minori esigenze energetiche. Gli svantaggi di questo metodo di pascolamento sono essenzialmente legati alle maggiori difficoltà nella gestione del gregge (o della mandria), che va suddiviso in gruppi e spostato di frequente da un appezzamento all'altro; inoltre, richiede una rilevante spesa iniziale in recinzioni, che dovrebbero essere mobili, meglio se elettrificate (in tal caso è sufficiente una leggera rete metallica plastificata percorsa da corrente elettrica di elevata intensità ma ridotto voltaggio, e addirittura un semplice filo per i bovini). Il risultato è però una corretta gestione dei pascoli e minori problemi e spese per il ripristino o il mantenimento del cotico.

## Miglioramento dei pascoli.

Il miglioramento di un pascolo può essere attuato con un insieme di tecniche selezionate sulla base delle condizioni giacitureali, pedologiche e agronomiche del pascolo considerato. In quali situazioni un pascolo può avere bisogno di un miglioramento? Esaminiamole brevemente:

---

<sup>10</sup>il tempo durante il quale il bestiame permane sull'appezzamento a pascolo.

<sup>11</sup>tecnica alimentare che si basa sulla somministrazione di tutti gli alimenti costituenti la razione alimentare giornaliera in un'unica miscela, somministrata in genere una o due volte al giorno, nella quale i foraggi vengono trinciati. Gli animali tendono ad organizzare un proprio ritmo alimentare, sprecano meno alimenti, non possono scegliere e mangiano quantità superiori di sostanza secca (in italiano: "piatto unico").

<sup>12</sup>condizione nella quale una femmina lattifera non secerne il secreto mammario, in quanto la ghiandola è a riposo; si tratta di una situazione normale, che va forzata da parte dell'allevatore nel caso l'animale prolunghi eccessivamente la lattazione.

- **pietrosità** e/o invasione di **arbusti (cisto)**;
- degrado del cotico per **diradamento** delle erbe pabulari e eccessiva presenza di **infestanti erbacee** non pabulari e invasive<sup>13</sup>;
- **scarso e stentato sviluppo** del cotico erboso a causa di condizioni pedologiche e agronomiche limitanti.

del suolo e la difficoltà di effettuare le lavorazioni non consentano l'utilizzo di erbai o di **specie poliennali**<sup>15</sup>. Le **specie da erbaio** verranno utilizzate dove sarà possibile intervenire con le lavorazioni e la semina ogni anno; le specie poliennali hanno, in Sardegna, forti limitazioni dovute alle elevate temperature ed alla siccità estiva, tuttavia, in qualche caso, può essere valido il loro utilizzo, soprattutto in **miscugli**<sup>16</sup>.

Altri fattori di scelta dell'essenza erbacea dipenderanno dalle caratteristiche agronomiche, climatiche, dalle eventuali consociazioni, dall'esposizione al sole, dal ristagno idrico etc.

Le specie auto riseminanti da pascolo sono, tra le **graminacee**, il ***Lolium rigidum***, adatto però a zone siccitose, in quanto presenta un ciclo molto breve e pertanto è poco produttivo; il ***Lolium multiflorum***, limitatamente ad alcune varietà. Tra le **leguminose**, diverse ***Medicago*** annue e, soprattutto, il ***Trifolium subterraneum***. Quest'ultima specie è senz'altro la più interessante in assoluto; molto adatta ai nostri climi (è originaria della Sardegna, ma selezionata in Australia), presenta numerose varietà adatte a tutte le situazioni, dai terreni asfittici, a quelli ombreggiati delle sugherete, a quelli acidi, poveri e siccitosi.

In generale, sarà opportuno preparare dei miscugli ogni qualvolta le condizioni non siano ottimali, in quanto si hanno in tal modo maggiori probabilità che il pascolo si formi comunque e si mantenga più a lungo.

---

<sup>15</sup>le essenze poliennali, infatti, richiedono una serie di fattori climatici ottimali per potersi sviluppare adeguatamente e fornire un coticco soddisfacente; sono le prime a partire al risveglio vegetativo, ma in caso di siccità prolungate e di elevate temperature vanno incontro al diradamento. Non a caso, in Sardegna le specie annuali auto riseminanti hanno preso il sopravvento e rappresentano la maggioranza delle essenze erbacee dei pascoli naturali.

<sup>16</sup>i miscugli sono consociazioni di essenze erbacee associate in proporzioni ben definite e sperimentate che abbiano un'azione sinergica tra di loro, una sorta di simbiosi tra specie erbacee; la scelta del miscuglio è quasi sempre vincente ove le condizioni facciano dubitare della capacità di un'unica specie di sopravvivere a lungo nel pascolo.

## FIENO E FIENAGIONE.

### Generalità.

Il **fieno** è un foraggio ottenuto per **essiccazione** naturale o forzata di **piante intere** sfalciate prima della completa maturità, se annuali, o comunque prima dell'inizio della formazione dei semi<sup>17</sup>. La sua produzione è giustificata dalla necessità di costituire **scorte foraggiere** da utilizzarsi nei periodi in cui le disponibilità alimentari naturali sono ridotte o assenti. L'essiccazione, che deve portare l'erba ad un'**umidità intorno al 12-13%**, ha la funzione di garantire la **conservabilità** del fieno per un tempo prolungato, arrestando il processo della **respirazione cellulare** e limitando altri fenomeni che si verificherebbero inevitabilmente nella massa vegetale conservata allo stato fresco, come **fermentazioni** (soprattutto putrefazione e marcescenza) e **formazione di muffa**. Durante il processo di essiccazione, oltre alla perdita di umidità si verificano delle **perdite di sostanza secca** (prevalentemente dovute alle manipolazioni dell'erba) e di **valore nutritivo**, mentre cresce il tasso di **fibra grezza** dell'erba e diminuisce la **digeribilità** della sostanza organica. Anche durante le operazioni meccaniche di raccolta, imballaggio e stoccaggio del fieno si verificano ingenti perdite di sostanza secca e di valore nutritivo, soprattutto se l'umidità contenuta nella massa è troppo bassa. Le **perdite globali** del processo di fienagione ammontano in media al **30-50% delle UF/Ha** presenti al momento del taglio, e sono imputabili a:

1) **perdite biologiche**, 2) **perdite meccaniche**, 3) **perdite per lisciviazione**<sup>18</sup>. Le prime sono dovute alla **respirazione cellulare**, alle **fermentazioni**, alla **distruzione delle sostanze termolabili** ed alla **diminuzione di digeribilità** della sostanza organica in seguito all'essiccazione; le seconde sono da imputarsi alle **manipolazioni**; le ultime riguardano alcune sostanze (**zuccheri, aminoacidi, vitamine**). Al fine di limitare al massimo le perdite e di ottenere

---

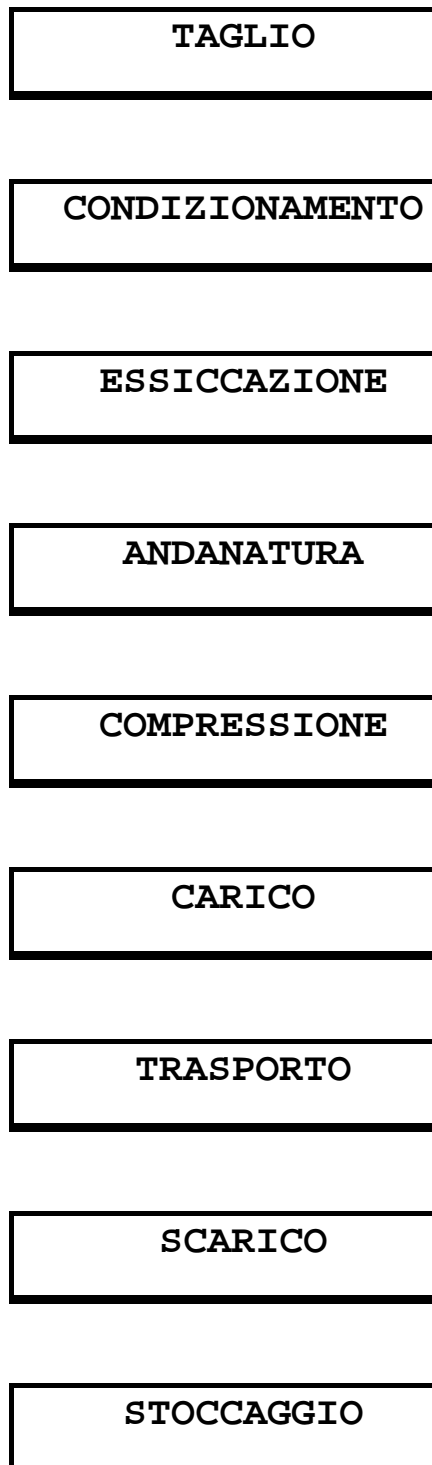
<sup>17</sup>come si è visto parlando delle erbe, durante la formazione dei semi tutti i principi nutritivi della pianta vengono traslocati negli apici; il valore alimentare della parte vegetativa pertanto sarebbe scarso o quasi nullo se raccogliessimo la pianta in questo stadio.

<sup>18</sup>la lisciviazione è il fenomeno per il quale l'acqua piovana allontana le sostanze solubili dal foraggio in campo. Ovviamente si verifica in caso di pioggia.



un alimento di buon valore e di discreta appetibilità, saranno fondamentali: **scelta dell'epoca ottimale di taglio, corretta e rapida essiccazione, limitazione e ottimizzazione delle manipolazioni.**

## Fienagione: schema delle operazioni.



### Tecnica della fienagione.

L'**epoca di taglio** dell'erba da affienare deve risultare dal compromesso tra **considerazioni economiche** e **tecniche**. Le prime

vorrebbero che lo sfalcio fosse effettuato alla piena spigatura delle graminacee ed alla piena fioritura delle leguminose; infatti, in tali stadi le colture foraggere consentono di ottenere le **massime rese** in **s.s./Ha**. Le seconde condurrebbero ad uno sfalcio in prespigatura o prefioritura, in quanto la **qualità dell'erba** è ottimale in questi stadi fenologici. Tuttavia, un taglio **troppo precoce** comporterebbe tempi di essiccazione più lunghi, con conseguente **aumento delle perdite** in campo. L'epoca ottimale di taglio per la fienagione risulta pertanto essere intorno all'**inizio spigatura o inizio fioritura** secondo la famiglia botanica considerata.

Il taglio andrebbe possibilmente effettuato con macchine **falcia-condiziona-andanatrici**, che consentono di **condizionare** il foraggio

L'**essiccazione** in campo ha una durata media **tra i 2-3 e i 7 giorni** (se le condizioni climatiche sono buone), con i valori minimi relativi a foraggi condizionati. Durante la prima fase dell'essiccazione, nell'erba appena tagliata continua la **respirazione cellulare**, causando una perdita di **zuccheri** e, quindi, di sostanza secca e soprattutto di valore nutritivo dell'erba. La respirazione si arresta quando l'umidità della massa scende **al di sotto del 40%**. Da quanto detto risulta evidente la necessità di **accelerare al massimo il processo di essiccazione**<sup>19</sup>, in quanto la respirazione causa perdite direttamente proporzionali al tempo durante il quale si verifica. Ecco dunque l'importanza del **condizionamento dell'erba** e della scelta dello **stadio di raccolta**, nonché del **periodo di taglio**. L'essiccazione può considerarsi conclusa quando l'**umidità del fieno** è pari al **12-15%**. Ciò non significa però che tale valore di umidità debba essere raggiunto in campo con il fieno in andane, anzi, è opportuno che la raccolta venga effettuata ad un **livello di umidità leggermente superiore**, lasciando poi le balle di fieno in campo perché l'essiccazione venga completata. Infatti, con valori di umidità **superiori al 20%** le perdite meccaniche diminuiscono, dato che lo **sbriciolamento delle foglie** secche è sensibilmente inferiore. Non sempre però possibile raccogliere foraggio con questi livelli di umidità, dato che le **raccogli-imballatrici ad alta pressione** non permettono un'ulteriore essiccazione del fieno imballato, che andrebbe incontro dunque ad **alterazioni** (formazione di muffe, eccesso di fermentazioni)<sup>20</sup>.

La **fermentazione** del fieno è un fenomeno pressoché inevitabile, che conduce alla perdita di valore nutritivo ed al pericolo di **incendio**, in quanto si eleva la **temperatura della massa** e si producono **gas infiammabili**. Può soltanto essere contenuta entro valori accettabili adottando una corretta tecnica di essiccazione.

---

<sup>19</sup>pare tuttavia che un'eccessiva velocità di essiccazione aumenti le perdite meccaniche per sbriciolamento fogliare.

<sup>20</sup>l'umidità massima alla quale si può pressare il foraggio appassito, è pari a circa il 40% per balle a bassa densità e a circa il 25% per quelle a media densità; in questi due casi l'essiccazione può proseguire in misura sufficiente se le balle vengono lasciate in campo. Le balle ad alta densità devono essere pressate all'umidità del fieno pressoché definitiva.

La **compressione**, o pressatura, del fieno può essere attuata con macchine ad alta, media o bassa pressione. Come si è detto, solo queste ultime consentono un'ulteriore essiccazione del fieno imballato, e perciò negli altri casi la pressatura dovrà essere effettuata all'**umidità pressoché definitiva**. Si tratta di macchine **raccogli-imballatrici**, che producono presse **parallelepipedo o cilindriche** di peso variabile tra i **20 ed i 500 kg**, secondo la pressione di lavoro e la dimensione della pressa. Esistono, anche se hanno limitata diffusione, macchine imballatrici semoventi in grado di formare balle parallelepipedo da **25 q. di fieno**.

Tutte le **altre operazioni** causano perdite puramente meccaniche tanto più elevate quanto maggiore è la **manipolazione del fieno**. Tra le perdite è compresa la gran quantità di **foraggio che resta in campo** dopo la raccolta, le **foglie perse** perché sbriciolatesi durante le manipolazioni, tutte le perdite connesse con il **caricamento ed il trasporto** dal campo all'azienda. Lo stesso **stoccaggio**, se effettuato in condizioni non idonee, può comportare ulteriori perdite dovute a **diminuzione della conservabilità** (ambienti sottoposti alle intemperie, umidi, troppo caldi, poco aerati, etc.).

Da ricordare infine i processi della **fienagione in due tempi**, con **parziale essiccazione** in campo e conclusione del processo in apposite strutture al centro aziendale; l'**essiccazione artificiale**, interamente attuata in appositi **essiccatoi**; la **disidratazione**, processo attraverso il quale l'erba viene portata repentinamente ad un'**umidità del 10%** circa (operando in **depressione** e, quindi, a temperature relativamente basse). Quest'ultimo metodo consente di ottenere del fieno disidratato di ottima qualità, ma è naturalmente costoso. La fienagione in due tempi consente anch'essa la produzione di un prodotto di buona qualità e, soprattutto, con **perdite molto ridotte**, sia meccaniche (l'erba viene portata ancora umida nell'essiccatoio) che fisiologiche (l'essiccazione è rapida); naturalmente è piuttosto costoso e laborioso e richiede attrezzature notevoli. La fienagione artificiale è economicamente attuabile soltanto dove è quasi impossibile ottenere fieno per essiccazione naturale (zone fredde e umide).

## Il fieno.

Il fieno è certamente il più antico alimento di scorta. Le sue caratteristiche sono tali da consentire di utilizzarlo come **razione base**<sup>21</sup>, da integrare necessariamente con **concentrati** se destinata ad animali aventi esigenze superiori al semplice **mantenimento**<sup>22</sup>. Il suo utilizzo è universale, anche se in molti casi è stato parzialmente sostituito dagli insilati. Resta un insuperabile **apportatore di fibra grezza non eccessivamente lignificata** e un ottima scorta foraggiera, ottenibile senza particolari strutture e con un limitato impiego di macchine specifiche. La sua **utilizzazione** può avvenire con **somministrazione in mangiatoia**, da solo o in miscela con altri alimenti, ed in tal caso **trinciato**, oppure mettendolo a disposizione degli animali in apposite **rastrelliere**<sup>23</sup> dopo aver disfatto la balla. I **fieni di graminacee** hanno un contenuto proteico ridotto ma presentano poche difficoltà nella fienagione, in quanto le foglie sono **meno fragili** e permangono in misura maggiore nell'erba essiccata rispetto alle leguminose. Queste ultime danno fieni di valore generalmente superiore, ma solo se la fienagione è stata corretta; in caso contrario, i **fieni di leguminose** sono costituiti soltanto da steli, con elevati tenori in fibra grezza e ridotti in proteina. Il **contenuto in PG**<sup>24</sup> di un fieno di **medica** o di trifoglio può arrivare al **18%** sulla sostanza secca, mentre i migliori fieni di graminacee non superano il **15%**.

---

<sup>21</sup>il concetto è legato alla teoria ormai superata che le esigenze di mantenimento debbano essere soddisfatte da una "razione base", mentre quelle di produzione dall'integrazione con i concentrati. Pur non essendo del tutto errata, questa rigida distinzione è oggi troppo schematica e limitante. Le esigenze di mantenimento corrispondono ai fabbisogni di un animale che non produce, non ingrassa né perde peso, non si muove, non è gravido e si trova in ambiente a temperatura costante; ad esse, che sono esigenze teoriche, vanno sommate quelle di produzione (carne o latte), di gestazione etc.

<sup>22</sup>vedi nota precedente.

<sup>23</sup>si tratta di strutture costituite da tubi d'acciaio o tondini di ferro; possono servire, come in questo caso, a trattenere gli alimenti consentendo al tempo stesso agli animali di cibarsene, oppure a trattenere gli animali per evitare che possano calpestare la mangiatoia, consentendo però loro di infilare il collo ed arrivare con il capo fino alla mangiatoia stessa.

<sup>24</sup>il contenuto in proteina di un alimento è uno dei principali parametri di qualità.

## Valutazione dello stato di conservazione dei fieni.

Le valutazioni possono essere a vista (odore, colore, composizione floristica, stadio di raccolta presenza di muffe) o chimiche. L'odore ed il colore danno una prima indicazione della qualità del fieno: un buon fieno deve essere profumato, senza odori di fermentazione e di muffa e di colore verde brillante. Un colore scuro è segno di eccessiva essiccazione e probabilmente di fogliosità scarsa e di eccessiva lignificazione. La composizione floristica e lo stadio di raccolta danno anch'essi un'indicazione del valore del fieno, dato che non tutte le essenze erbacee sono uguali ai fini della nutrizione animale. Per quanto riguarda le valutazioni chimiche, di esse si è già detto. È importante valutare la digeribilità della sostanza organica dei fieni che presentino caratteristiche non ottimali ad una prima valutazione. Infine, può essere in certi casi necessario effettuare la ricerca di micotossine (soprattutto l'aflatossina della muffa *Aspergillus flavus*).

## INSILAMENTO E INSILATI.

### Generalità.

L'**insilamento** è una tecnica che permette la **conservazione** per alcuni mesi, in specifiche strutture dette **sili**, di **erbe fresche o appassite**, ma anche di **sottoprodotti agricoli e agro industriali**, che possono pertanto essere utilizzati come **scorte alimentari** nei periodi di necessità o quando opportuno. Rispetto alla fienagione, alla quale costituisce valida alternativa, l'insilamento ha il vantaggio di **limitare le perdite meccaniche** e di permettere la conservazione di **foraggi allo stato fresco**, di limitato tenore in fibra scarsamente lignificata e di elevato valore nutritivo (**fino a 80 UF/q di s.s.**). Inoltre, l'elevato tenore in umidità della maggior parte degli insilati esercita, nei mesi siccitosi, un'azione di **sostegno sulla produzione**, a differenza dei fieni. Infine, non è da dimenticare il vantaggio offerto dalla possibilità di conservare sotto forma di insilato **culture che non si prestano ad essere affienate**, come il **mais o altri cereali**, anche in stadio

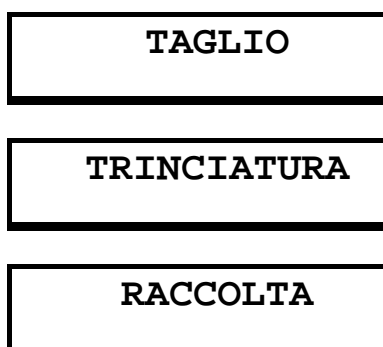
di avanzata granigione, e quindi in grado di fornire notevoli quantità di energia. Quindi, in definitiva, gli insilati consentono in generale un **aumento del carico di bestiame** rispetto ad altre scorte foraggiere (fieno).

Gli insilati vengono generalmente distinti in **erbe-silo** e **fieni-silo**, secondo il contenuto di umidità. Possono essere insilati sia le **erbe di qualunque specie** in stadio di inizio fioritura o inizio spigatura (con qualche problema per le leguminose) che i **cereali** a maturazione della granella avviata; ma è possibile conservare con questa tecnica anche alimenti di tipo completamente diverso, quali le polpe esaurite di barbabietola, le trebbie di birra ed altri **sottoprodotti o derivati delle industrie agroalimentari o di altre attività agricole**.

### **L'insilamento.**

Le fasi di un corretto insilamento sono schematicamente le seguenti: taglio, trinciatura<sup>25</sup> e raccolta (nel caso che si tratti di una coltura aziendale); insilamento vero e proprio (sistemazione della massa trinciata nel silo) con accurata compressione e copertura della massa con films plastici; fermentazione della massa insilata.

#### **Fasi dell'insilamento**



---

<sup>25</sup>vedi nota 22; l'esecuzione della trinciatura è ormai da considerare indispensabile poiché permette una costipazione ottimale della massa da insilare.



## SISTEMAZIONE NEL SILO

## COPERTURA

## FERMENTAZIONE

La raccolta del foraggio da insilare viene attualmente sempre effettuata con macchine che attuano falciatura, trinciatura e caricamento su apposito carro **in un'unica passata**, a meno che non si debba procedere ad un preappassimento in campo (fieno-silo). Visto che la produzione di fieni-silo è piuttosto limitata, soprattutto nelle nostre zone, ci riferiremo alla tecnica riguardante la produzione di erbe-silo, la cui raccolta si attua appunto con macchine **falcia-trincia-caricatrici**<sup>26</sup>. La massa da insilare verrà quindi trasportata al silo, dove verrà caricata e costipata accuratamente; infine, avvenuto il riempimento del silo, si procederà alla sua copertura. I sili utilizzati sono essenzialmente di due tipi: **verticali o orizzontali**. I **primi** sono strutture a torre prefabbricate, in lamiera d'acciaio, con caricamento continuo e interamente meccanizzato (sili americani); vi sono tuttavia anche strutture più semplici in materiale metallico o cementizio, che normalmente sono più adatti a piccole aziende per il loro costo generalmente più contenuto. In questo tipo di silo, che è dotato sempre di coperchio stagno, il foraggio viene caricato dall'alto e si autocostipa; il prelevamento viene effettuato dal basso dopo almeno due mesi dall'introduzione. I **sili orizzontali o a platea** sono realizzati in calcestruzzo, prefabbricato o gettato in opera, e consentono notevoli risparmi nei costi di costruzione e manutenzione. Il foraggio trinciato viene sistemato nel silo direttamente dopo la raccolta eseguita con la macchina falcia-trincia-caricatrice, e quindi coperto con teloni o films plastici. Il caricamento si svolge per strati orizzontali, e la compressione della massa si effettua semplicemente tramite il

---

<sup>26</sup>si tratta di macchine operatrici che eseguono le tre operazioni da cui prendono il nome in una sola passata.

passaggio ripetuto di trattrici sulla massa. La trinciatura è indispensabile per favorire l'accurata costipazione del foraggio, dato che la presenza di aria all'interno della massa porterebbe all'instaurarsi di fermentazioni non gradite. È opportuno che alla base del silo siano predisposte strutture per allontanare i liquidi percolanti (canalette grigliate dotate di opportuna pendenza).

La conservazione del foraggio insilato è consentita dall'**acidificazione della massa**. Questa può essere **naturale** o **artificiale**. L'**acidificazione artificiale** dell'insilato consiste nell'aggiungere opportune quantità di acidi diluiti tali da portare il pH della massa a valori non superiori a 4. In questo modo sono inibiti tutti i processi enzimatici non graditi (respirazione, fermentazioni proteolitiche). La fermentazione dei glucidi, ad opera di batteri lattici, avviene invece normalmente, dando luogo alla formazione di acido lattico come avviene negli insilati ad acidificazione naturale. Allo scopo di evitare danni agli animali, specialmente nei casi di somministrazioni abbondanti per lunghi periodi, si aggiunge alla razione a base di insilato del bicarbonato di sodio (ca. 5 g per kg di insilato), che tende a neutralizzare il pH. Attualmente vengono spesso utilizzati come acidificanti acido acetico, formico o formaldeide. Questi vengono metabolizzati dai ruminanti, pertanto non vi sono problemi di salute dovuti alla dieta acida<sup>27</sup>. L'**acidificazione naturale**, di gran lunga il metodo più diffuso, consiste nel far avvenire e favorire nella massa le fermentazioni a carico dei glucidi (fermentazione lattica), fino a raggiungere il pH suddetto. Tale fermentazione avviene ad opera dei fermenti lattici, batteri già presenti nel foraggio di partenza. Trattandosi di un processo anaerobio, la fermentazione lattica richiede l'assenza di ossigeno all'interno della massa. La compressione dell'insilato deve pertanto essere accurata, e la trinciatura risulta, come si è detto, indispensabile. Tuttavia è impossibile eliminare completamente tutto l'ossigeno dall'interno dell'insilato, perciò vi sono dei processi biochimici aerobici che precedono la fermentazione lattica: **respirazione cellulare e fermentazione acetica**. La respirazione avviene finché le cellule vegetali sono

---

<sup>27</sup>la presenza di acidi minerali in eccesso nella dieta tende ad acidificare il sangue e quindi l'intero metabolismo ne risulta alterato.

ancora vive, con il risultato di consumare l'ossigeno presente e produrre anidride carbonica in eguali quantità molari. Poiché la respirazione consuma zuccheri, è bene che essa non si protragga a lungo; si tratta però di un processo favorevole, in quanto elimina o riduce il residuo di ossigeno presente all'interno della massa insilata. È condizionata dalla temperatura, dal grado di umidità della massa e dal pH, nel senso che elevati valori di questi parametri favoriscono il processo<sup>28</sup>. Quando l'ossigeno è pressoché scomparso dagli interstizi tra le particelle di insilato, iniziano fenomeni di autolisi delle cellule. La **fermentazione acetica** segue di poco l'inizio dei fenomeni respiratori; essa avviene ad opera di batteri aerobi denominati **batteri acetici**. Dura circa 2-3 giorni, ed è da considerare positiva in quanto comincia a ridurre il pH della massa e pertanto tende ad inibire le fermentazioni indesiderate. La **fermentazione lattica** è il fenomeno al quale si deve la conservabilità e la qualità dell'insilato. Avviene ad opera di batteri del genere **Lactobacillus**, già presenti nel foraggio. Inizia normalmente al secondo giorno e cresce rapidamente di intensità. Se le condizioni sono ottimali, in circa 20 giorni la massa raggiunge una concentrazione di acido lattico pari a circa il 10%, che conferisce all'insilato un pH tra 3,8 e 4,2. Questi valori di acidità inibiscono le fermentazioni indesiderate, butirrica e proteolitica.

### **Fermentazioni indesiderate.**

Le fermentazioni indesiderate avvengono se il pH non scende abbastanza e se vi è ancora aria nella massa, con grave pregiudizio per l'economicità e la qualità dell'insilato e per la salute degli animali. La **fermentazione butirrica** è dovuta a batteri anaerobi o aerobi facoltativi del genere **Clostridium**, presenti per lo più nel terreno. L'inquinamento del foraggio con terra, dovuto all'altezza di sfalcio non sufficiente, è quindi una delle principali cause che favoriscono tale fermentazione. In seguito ad essa viene prodotto acido butirrico a partire da zuccheri e dallo stesso acido lattico. Essendo germi **sporigeni**, i Clostridi sono favoriti dalle elevate

---

<sup>28</sup>la temperatura favorisce la respirazione fino a valori di 40°C, oltre i quali si ha l'effetto contrario. Il processo inoltre cessa completamente a valori di pH al di sotto di 3,5.

temperature in fase di insilamento, in quanto, mentre i fermenti lattici vengono inibiti, i Clostridi sporificano, e le loro spore possono germinare quando le condizioni tornano ad essere favorevoli. Anche nel caso di foraggi con elevato **rapporto proteine/glucidi**, come sono le leguminose, e soprattutto nel caso di eccessiva presenza d'aria nella massa, la fermentazione butirrica è favorita poiché i fermenti lattici stentano a partire ed il pH non si abbassa con sufficiente velocità, dando ai Clostridi la possibilità di competere con i Lattobacilli. Le **fermentazioni proteolitiche** avvengono a carico delle proteine e portano alla proteolisi più o meno spinta del substrato fino alla produzione di sostanze azotate diverse dagli aminoacidi (ammine, ammoniaca) ed acido solfidrico, sostanze tossiche e comunque caratterizzate da odori e sapori estremamente sgradevoli (**putrefazione**). I microrganismi responsabili appartengono sempre al genere Clostridium e ad altri analoghi, inibiti a valori di pH inferiori a 5, oppure a **muffe del genere Penicillium e Aspergillium**, che necessitano della **presenza di ossigeno**. Le muffe sono comuni negli strati superficiali o nelle sacche d'aria presenti all'interno dell'insilato.

### **Perdite dell'insilamento.**

Le perdite dell'insilamento sono inferiori a quelle della fienagione purché le operazioni di caricamento e costipamento del silo siano eseguite correttamente e non vi siano fattori sfavorevoli in atto (temperature elevate, eccessiva umidità della massa, inquinamento da terra, elevato rapporto proteine/zuccheri del foraggio); le **perdite meccaniche** sono inferiori di gran lunga a quelle della fienagione, essendo la manipolazione limitata al foraggio fresco o semiappassito. Le perdite principali sono causate da processi fermentativi, da fenomeni di percolamento e da perdite di superficie. Nel complesso, in un buon insilato le perdite di sostanza secca sono pari al 5-10%, ma possono salire al 30-50% negli insilati pessimi. Le **perdite dovute ai processi fermentativi** sono appena il 2% del valore nutritivo nel caso della fermentazione lattica, mentre divengono elevatissime, ca. 20%, quando s'instaurano fermentazioni indesiderate che portano a produzione di

sostanze inutilizzabili o addirittura dannose; le **perdite per percolazione** sono dovute alla percolazione di sostanze nutritive trascinate dall'acqua verso la base del silo; possono essere ridotte insilando foraggi con umidità non superiore al 70%. Le **perdite di superficie** sono da imputarsi agli scarti di foraggio esposto all'azione dell'aria nella zona superficiale; infatti, per quanto, in un buon insilato, non si arrivi allo scarto della porzione superficiale, il "cappello", **circa 15 cm di spessore**, ha indubbiamente caratteristiche qualitative inferiori, corrispondenti ad una perdita in valore nutritivo.

### **Tecniche particolari di insilamento.**

Le tecniche speciali di insilamento, oltre alla citata acidificazione artificiale, consistono nell'aggiunta alla massa di **carboidrati fermentescibili** (zuccheri, amidi, pentosani) o di **antifermentativi**. Nel caso di insilamento di leguminose, il rischio di fermentazioni indesiderate diventa elevato, a causa soprattutto dell'elevato rapporto proteine/zuccheri di queste erbe, che potrebbe consentire l'instaurarsi di fenomeni di proteolisi. La **mescolanza di carboidrati fermentescibili**, sotto forma di **melassa di canna o barbabietola** diluiti con acqua, o di **farine di cereali**, o ancora di **altri foraggi o sottoprodotti** che di tali glucidi siano ben dotati, favorisce l'instaurarsi della fermentazione lattica ed il rapido raggiungimento di valori di pH al di sotto di 4,5, condizioni indispensabili per l'ottenimento di un buon insilato. La conservazione di erbe o di altri alimenti che comportino difficoltà di insilamento può essere migliorata anche con l'**aggiunta di antifermentativi**, quali l'**anidride solforosa** ( $\text{SO}_2$ ), il **metabisolfito di sodio** e la **formaldeide**. Queste sostanze bloccano completamente le fermentazioni ( $\text{SO}_2$  e metabisolfito vengono usati anche nella conservazione dei vini) e permettono la conservazione di erbe quasi identiche a quelle appena raccolte.

Infine è da ricordare che, secondo numerosi studi, l'aggiunta di azoto alla massa insilata di cereali a maturazione cerosa ne migliora le caratteristiche e integra l'alimento di proteina

grezza, della quale i cereali sono carenti, particolarmente il mais.

### **Raccolta delle essenze da insilare.**

Ai fini della definizione dell'epoca di raccolta, è necessario distinguere tra graminacee e leguminose. Le **graminacee foraggiere** vanno raccolte all'**inizio spigatura**, come nel caso della fienagione, in quanto in tale stadio fenologico si realizza il **compromesso ottimale tra quantità di sostanza secca in campo e qualità del foraggio**. I **cereali** vanno invece raccolti a **maturazione latteo-cerosa** della granella, in quanto è in tale fase che si ottiene la massima produzione di U.F. e sostanza secca per ettaro. Le **leguminose** si devono raccogliere, in generale, all'**inizio della fioritura**, per le stesse ragioni.

### **Utilizzazione degli insilati.**

L'utilizzazione degli insilati da parte degli animali avviene generalmente in mangiatoia, in particolare nel razionamento mediante unifeed. Vi sono però numerosi casi in cui si attua l'utilizzazione diretta dell'insilato dal silo a platea, di solito per il silomais. Questa tecnica consiste nel sistemare una rastrelliera anteriormente al fronte del silo orizzontale, lasciando che gli animali prelevino autonomamente una quantità "ad libitum" di insilato. Ciò permette di risparmiare sull'acquisto della macchina desilatrice, ma rende difficoltosa la formulazione di razioni equilibrate, e non si presta pertanto all'alimentazione nelle aziende moderne. Inoltre richiede, nelle aziende di medie o grandi dimensioni, un fronte di alimentazione dal silo piuttosto ampio, anche se gli animali non sono mai presenti contemporaneamente in rastrelliera.

Per la somministrazione dell'insilato razionato in mangiatoia, da solo o con l'"unifeed", è necessaria la presenza in azienda della macchina desilatrice, che è caratterizzata da un rullo dotato di denti che "gratta" via l'insilato, il quale poi viene raccolto con altre macchine; in altre versioni la macchina è dotata di coclea

che convoglia l'insilato prelevato verso un apposito carrello o nel carro miscelatore dell'unifeed. In tutti i casi, è opportuno dimensionare la superficie costituente il fronte di prelievo dell'insilato in maniera tale da prelevare sempre una "fetta" di insilato di almeno una ventina di centimetri di spessore. Infatti la superficie di prelievo è soggetta a fenomeni di ossidazione e di alterazione che agiscono per alcuni centimetri all'interno della massa; questo fatto determina la riduzione del valore nutritivo e dell'appetibilità della parte superficiale dell'insilato, cosicché, se non si vuole somministrare costantemente agli animali un alimento di qualità più bassa rispetto a quella teorica, è necessario che lo spessore totale della fetta sia tale da garantire nella media una qualità dell'insilato soddisfacente. La determinazione della superficie del fronte di prelievo sarà data da:

$$S = (C \times D) / 0,25.$$

dove la superficie del fronte di prelievo S (in mq) è uguale al consumo giornaliero totale della mandria o del gregge C (in t), moltiplicato per la densità D dell'insilato (in mc/t) e diviso per lo spessore minimo della fetta da prelevare, pari a 0,25 m.

Una volta ricavata la superficie, stabilendo la misura di uno dei lati (larghezza o altezza) si risale facilmente all'altro e si dimensiona il silo. Naturalmente bisogna tener conto che la larghezza del silo deve essere tale da consentire le manovre delle macchine necessarie per l'insilamento (almeno 5 m).

La somministrazione di insilati nella razione, specialmente cereali a maturazione latteo-cerosa della granella, consente di mantenere un carico di bestiame più elevato rispetto al fieno, con un alimento che ha inoltre un costo per UF molto vantaggioso. Tuttavia vi sono delle limitazioni all'utilizzo degli insilati. Esse sono sia di natura digestiva, dato che non sono rari fenomeni di diarree e vi sono teoricamente rischi di acidosi per gli animali; sia di natura igienica, in quanto se il latte è destinato alla produzione di formaggi a lunga stagionatura (pecorino, parmigiano, grana) vi è il rischio che l'utilizzo di un insilato non perfetto e inquinato da spore di Clostridi determini la

spaccatura delle forme, a causa della germinazione delle spore con conseguente fermentazione e produzione di gas all'interno della forma. È principalmente per tale motivo, il Consorzio del Parmigiano Reggiano proibisce ai propri soci e conferenti l'utilizzazione di insilati per le vacche in lattazione.

Il **silomais** è sicuramente il re dei foraggi insilati. Ottenuto dall'insilamento, previa **trinciatura**, della pianta intera di mais a **maturazione lattea o cerosa** della granella, questo foraggio consente di ottenere fino a **12000 UF/ha** e un alimento di elevato valore nutritivo (**75-80 UF/q** di s.s.), appetibile ed economico. Il tenore di umidità è generalmente intorno al 20-30%, secondo lo stadio di raccolta, mentre quello in fibra è intorno al 20-25% sulla s.s. Dal punto di vista proteico l'insilato è piuttosto carente (**PG = 6-7% su s.s.**), perciò non costituisce certo una dieta equilibrata.

### **Valutazione degli insilati.**

Una prima valutazione può essere effettuata con l'esame del colore e dell'odore dell'insilato, che danno una chiara idea delle sue condizioni ad un competente. Anche qui è bene assicurarsi dell'assenza di muffe, eventualmente anche con la ricerca analitica delle micotossine. La valutazione più accurata prevede una specifica analisi chimica che deve comprendere, oltre ai parametri comuni con gli altri alimenti, il pH, gli AGV, l'azoto totale ed ammoniacale. Se il pH è inferiore a 4,2 ci si può attendere che non vi siano state fermentazioni indesiderate, dato che l'attività dei clostridi è inibita a questi valori di acidità. Il rapporto relativo tra i tre principali AGV (acetico, propionico e butirrico) dà un'indicazione piuttosto chiara della qualità di un insilato, tanto che Flieg ha proposto un punteggio di qualità per gli insilati basato proprio sui rapporti tra gli acidi grassi citati (punteggio Flieg). Un'altra valutazione proposta della qualità degli insilati si basa invece sul rapporto tra azoto ammoniacale ed azoto totale nella massa insilata: un eccesso di azoto ammoniacale è segno di cattiva conservazione.



## I CONCENTRATI

### Generalità.

Vengono definiti mangimi concentrati quegli alimenti che contengono un'elevata quantità di energia per unità di peso, hanno cioè una gran **concentrazione energetica**. La distinzione basata sul contenuto energetico non è sempre soddisfacente, in quanto esistono foraggi dotati di concentrazioni energetiche paragonabili a certi concentrati (insilati di cereali, alcuni foraggi freschi); per meglio distinguere questi alimenti dovremo perciò fare riferimento anche al loro contenuto di umidità, che è sempre inferiore al 13%, e di fibra, generalmente assente o poco rappresentata; inoltre alcuni concentrati sono particolarmente ricchi in proteina, fungendo pertanto da integratori proteici ed energetici al tempo stesso. L'utilizzazione dei concentrati è ormai sempre necessaria nell'allevamento moderno, caratterizzato da produttività elevata: in essi i concentrati costituiscono l'integrazione alimentare indispensabile per garantire il soddisfacimento dei rilevanti fabbisogni energetici degli animali. I mangimi possono dividersi in due gruppi: semplici e composti; i primi sono ottenuti direttamente da un unico prodotto, i secondi sono formati da miscele di mangimi semplici. Per meglio schematizzare la trattazione, classificheremo i concentrati in tre gruppi: **C. di origine vegetale, C. di origine animale, mangimi commerciali**. Un gruppo a parte è costituito dalle **miscele preparate direttamente in azienda** utilizzando, come nel caso dei formulati commerciali, diversi mangimi semplici<sup>29</sup> macinati o tritati e accuratamente miscelati.

I C. di origine vegetale sono mangimi semplici derivati direttamente dalla produzione agricola (semi di diverse piante, radici e tuberi) o dall'industria agroalimentare (farine di estrazione e panelli, polpe di bietola); sono ricchi in carboidrati di riserva (amido, zuccheri) se derivano da cereali o da radici e tuberi, in proteine se da leguminose o altre piante (girasole etc.). Sono di gran lunga i più diffusi e utilizzati e in genere i

---

<sup>29</sup>sono detti mangimi semplici gli alimenti costituiti da un solo prodotto in qualunque forma venga presentato; i mangimi composti sono invece formati da più alimenti semplici miscelati secondo una certa formula.

più economici. Normalmente non contengono grandi quantità di fibra, ad eccezione delle polpe di bietola e dei semi integrali di cotone. Sono usati soprattutto come apportatori di energia (amidi) e/o di proteine (semi di leguminose, residui dell'industria olearia). Le **granelle di cereali** sono tra i più importanti; dotati di elevata energia e quasi sempre poveri in proteina sono utilizzabili come tali o previo trattamento fisico-meccanico: frantumazione, fioccatatura<sup>30</sup>, schiacciamento, macinazione. Viene usato sia il frumento sia l'orzo, l'avena e il mais. Le **granelle di leguminose** sono meno usate; contengono elevate quantità di proteine e un alto livello energetico, seppure generalmente inferiore rispetto a quelle di cereali. Ricordiamo in particolare la **fava**, parecchio usata da noi, che presenta un contenuto proteico intorno al 30% sulla sostanza secca.

Tra i mangimi derivati dall'industria agroalimentare ricordiamo i pannelli e le farine di estrazione e le polpe di barbabietola. Le **farine di estrazione (f.e.)** sono derivate dall'estrazione tramite solventi degli oli da semi come la soia, il colza, il girasole, etc. Alla fine del processo si ottiene un prodotto ridotto in frammenti minuti. Se l'estrazione avviene per pressione della materia prima non macinata si ottengono i **panelli**, tavolette di colore bruno formate dai semi schiacciati e pressati. Questi mangimi apportano in prevalenza proteine (sono i principali integratori proteici per le razioni) e piccole quantità di grassi, unitamente ad una certa dose di amido. I pannelli sono più ricchi in lipidi (>5%) e in genere possiedono un non trascurabile contenuto in fibra, mentre le farine di estrazione hanno maggiori contenuti in proteina. Le **polpe di bietola** sono derivate dagli zuccherifici dopo l'estrazione dello zucchero. Contengono ancora buone quantità di saccarosio e discrete dosi di fibra (20% ca.). Le polpe fresche surpressate<sup>31</sup> vanno conservate insilate, spesso con l'aggiunta di urea (max. 100 g/q di polpe) per fornire azoto ai fermenti durante la fermentazione nel silo; le polpe essiccate vengono portate ad un umidità del 10% circa, dato che la conservazione non è possibile al di sopra del 12% per la formazione di muffe. Generalmente si

---

<sup>30</sup>la fioccatatura è un trattamento con vapore dei semi in seguito al quale si ottengono i cosiddetti fiocchi (simili al pop-corn).

<sup>31</sup>la superpressione è un procedimento che consente di estrarre parte dell'acqua dalle polpe di barbabietola ridotte in fettucce dopo l'estrazione dello zucchero. Il tenore in acqua viene così portato dal 90% al 25% circa.

trovano in commercio **pellettate**<sup>32</sup>. Per il loro notevole potere di imbevversi e gonfiarsi, è spesso ritenuto necessario prima della somministrazione farle rinvenire in acqua, in quantità pari a circa 5 volte il peso delle polpe. Un eccesso di quest'alimento sembrerebbe causare disturbi digestivi e fenomeni diarroici.

I C. di origine animale hanno la caratteristica d'essere privi di fibra e di amido, essendo costituiti quasi esclusivamente da proteine animali. Sono derivati dell'industria della lavorazione del pesce o dalla macelleria: farine di pesce, di carne, di ossa, di carne ed ossa, di penne. Sono sempre ridotti in farine disidratate per facilitare la conservazione. Hanno la funzione di apportare proteine animali nella razione o nel mangime composto.

I mangimi commerciali sono generalmente mangimi composti, ottenuti dall'industria mangimistica tramite miscelazione di mangimi semplici secondo formule specifiche mantenute segrete. La legge italiana obbliga le ditte produttrici a dotare il mangime di apposito **cartellino**; in esso deve essere indicata la composizione chimica, ottenuta dall'analisi standard, e deve essere riportato l'elenco degli alimenti semplici che compongono il mangime, in ordine decrescente secondo la quantità presente. Devono essere anche indicate la quantità di vitamine presenti e le dosi di impiego consigliate.

---

<sup>32</sup>il mangime viene ridotto in *pellets* tramite speciale compressione contro una griglia forata. Il risultato è un cilindro di 2-3 cm di lunghezza e 0,5-1 cm di diametro. In genere si provvede in precedenza all'aggiunta di melasso come collante.

### 3. L'INGESTIONE VOLONTARIA DEGLI ALIMENTI.

Si definisce ingestione volontaria di un alimento o di una razione, da parte di un dato animale, la quantità di tale alimento o razione, espressa in Kg di sostanza secca, che l'animale ingerisce volontariamente nell'arco di 24 ore. Questo dato è importantissimo per calcolare la razione giornaliera necessaria alle diverse categorie di animali, in quanto l'intero fabbisogno giornaliero dell'animale (principi nutritivi ed energia) deve essere ovviamente contenuto nella quantità di alimenti effettivamente ingerita dall'animale considerato, altrimenti la razione formulata non è corretta. L'unità solitamente usata per quantificare l'energia degli alimenti per il bestiame è l'Unità Foraggiera (U.F.), che corrisponde alla quantità di energia in KCal posseduta da 1 Kg di orzo. Ebbene, supponendo che un animale abbia un fabbisogno giornaliero di 20 UF, tale quantitativo può essere contenuto in 20 Kg di orzo o in 50 Kg di fieno, ma è evidente che nessun animale sarà in grado di assumere mezzo quintale di fieno in un giorno, pertanto sarà assurdo somministrare tale quantitativo energetico sotto forma di solo fieno. Sapendo che l'animale ha un'ingestione volontaria pari ad esempio a 18 Kg di sostanza secca, saremo in grado di combinare gli alimenti in maniera tale che il fabbisogno energetico sia soddisfatto dalla giusta quantità di alimenti. L'ingestione volontaria è spesso riportata in tabelle sui testi specializzati sotto forma di Livello di Ingestione, cioè la quantità di alimento o di razione, espressa in Kg di sostanza secca, che l'animale ingerisce volontariamente nelle 24 ore per ogni quintale del suo peso (peso vivo, P.V.): affermare che un animale del peso di 500 Kg (5 q.li) ha un livello di ingestione del 4% significa che esso ingerisce 4 Kg di s.s. per ogni 100 Kg del proprio peso, cioè un totale di 20 Kg di s.s. ( $4 \times 5$ ); una pecora di 40 Kg di PV con un livello di ingestione del 5% ingerisce giornalmente  $5 \times 0,4 = 2$  Kg di s.s. (0,4 è il peso della pecora espresso in quintali).

Il livello di ingestione (L.I.) dipende da fattori genetici, dal peso vivo dell'animale, dal suo livello produttivo e dal tipo di alimento preso in esame. I fattori genetici sono la specie (ovini,

bovini, suini), la razza, l'età, il sesso, le caratteristiche individuali; il L.I. aumenta all'aumentare del peso vivo ma non proporzionalmente: è invece proporzionale al Peso Metabolico PM ( $PM = PV^{0,75}$ ); il L.I. aumenta anche con l'aumentare del livello produttivo di un animale (una pecora che produce un litro di latte mangia meno di una pecora che ne produce due); infine, il L.I. varia con il tipo di alimento in linea di massima nel modo seguente: erbe giovani > concentrati > fieni di ottima qualità > insilati buoni > fieni scadenti > insilati scadenti > paglia; ciò dipende dall'appetibilità (odore, sapore, contenuto in acqua) dell'alimento.

Tornando all'esempio precedente, per somministrare 20 UF ad una vacca che ha un'ingestione di 18 Kg di s.s. dovremo fare in modo che ogni Kg di s.s. della razione contenga:

$$20/18 = 1,11 \text{ UF/Kg di s.s.}$$

Il primo passo da compiere è quindi quello di riportare il valore energetico dell'alimento dal suo valore sul tal quale (t.q.) al suo valore sulla s.s. L'orzo possiede 1 UF per Kg di t.q., ma il suo valore energetico sulla s.s. sarà maggiore: se il suo contenuto in umidità è del 10% (s.s. = 90%), il valore energetico dell'orzo sulla s.s. sarà pari a  $1/0,9$ , cioè:

$$1/0,9 = 1,11.$$

Si tratta della forma abbreviata della soluzione della proporzione seguente: 1 UF contenuta in un Kg di t.q. è anche contenuta in 900 g di s.s. di orzo ( $900 = 90\%$  di 1000 g) perciò riportando ad un Kg (1000 g) avremo:

$$1:900 = X:1000$$

$$\text{dove } X = 1000 \times 1:900 = 1/0,9 = 1,11.$$

Quindi teoricamente potremmo somministrare all'animale considerato 18 Kg di orzo per soddisfare il suo fabbisogno energetico giornaliero:

$$18 \times 1,11 = 20 \text{ UF.}$$

(Attenzione! L'esempio citato non può essere considerato valido nella pratica. Nel formulare razioni alimentari per i ruminanti bisogna tener conto del fabbisogno in fibra di questi animali. Una razione costituita esclusivamente da orzo, che apporta fibra soltanto in minime quantità, sarebbe totalmente errata, se non addirittura mortale, nella maggior parte dei casi.

Al contrario, da un dato espresso sulla s.s. si passa al suo equivalente sul t.q. moltiplicando il dato per la percentuale di s.s. espressa in decimali; per esempio, prendendo il valore energetico dell'orzo sulla s.s., 1,11 UF, per riportarlo sul t.q. dovremo moltiplicare per il suo contenuto in s.s.:

$$1,11 \times 0,9 = 1$$

che è il valore energetico dell'orzo sul t.q.